PROYECTO MINA DE COBRE PANAMA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA)
CATEGORIA III

PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL

Compromisos de EsIA Aplicables	Versión N°	Elaborado por	Fecha de Emisión
13030, 13041, 13044, 13055, 13123, 13175, 13189, 13190, 13192, 13193, 13194, 13195, 13196, 13211, 13208, 13216, 13217,13218 13221,13224, 13225, 13226, 13353, 13359	1.0	MINERA PANAMÁ S.A.	09/10/2014

Contenido

1.0 Introducción 1
1.1. Instalaciones Principales 1
1.2. Marco Legal 5
2.0 Clima 5
2.1 Objetivos 5
2.2 Estaciones de Monitoreo 6
2.3 Parámetros y frecuencia de monitoreo 10
2.4 Manejo de Datos, Control de Calidad e Informes 11
3.0 Calidad del Aire 13
3.1 Objetivos 13
3.2 Criterios 14
3.2.1 Emisiones 14
3.2.2 Calidad de Aire Ambiental 16
3.2.3 Ruido 16
3.3 Sitios de Monitoreo 19
3.4 Parámetros y Frecuencia de Monitoreo 23
3.5 Requisitos para el Equipo 24
3.6 Manejo de Datos y QA/QC 27
3.7 Informes 28
4.0 Aguas Superficiales 28
4.1 Calidad del Agua 28
4.1.1 Monitoreo de Cumplimiento 29
4.1.2 Monitoreo Operativo 36
4.1.3 Monitoreo en la fase de construcción 36
4.1.4 Monitoreos de las descargas de tratamiento de aguas residuales 39
4.1.5 Monitoreo del agua de la comunidad 43
4.1.6 Monitoreo de agua potable 47
4.1.7 Monitoreo del agua del relleno sanitario 52
4.1.8 Monitoreo de aguas costero marino 54
4.2Cantidad de Agua 59
4.2.1 Objetivos 59
4.2.2 Criterios 59
4.2.3 Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo 60
4.2.4 Equipo Requerido 60
4.2.5 Manejo de Datos, QA/QC, e Informes 61
5.0 Agua Subterránea 61
5.1Calidad del Agua 61
5.1.1 Objetivos 61
5.1.2 Criterios 62
5.1.3 Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo 62
5.1.4 Equipo Requerido 65
5.1.5 Manejo de Datos, QA/QC e Informes 66

5.2Cantidad de Agua 66
5.2.1 Objetivos 66
5.2.2 Sitios de Monitoreo 67
5.2.3 Parámetros y Frecuencia 67
5.2.4 Manejo de Datos, QA/QC, e Informes 67
6.0 Calidad del Suelo 68
6.1 Objetivos 68
6.2 Criterios 69
6.3 Sitios de Monitoreo 70
6.4 Parámetros y Frecuencia de Monitoreo 71
6.5 Equipo Requerido 74
6.6 Manejo de Datos, control de calidad (QA/QC) e Informes 75
7.0 Monitoreo Biológico 76
7.1 Monitoreo Terrestre 77
7.1.1 Prevención de la caza, pesca y recolección de plantas y animales 77
7.1.2 Monitoreo de la mortalidad (por vehículos) de la fauna y las medidas de mitigación 78
7.1.3 Monitoreo de aves en la línea de transmisión 85
7.1.4 Monitoreo de plantas invasivas 93
7.1.5 Monitoreo de los efectos de borde 99
7.1.6 Especies de interés 111
7.1.7 Monitoreo de la Restauración Ecológica y Reforestación 112
7.1.8 Rescate de flora y fauna 121
7.2Ecosistema de agua dulce 121
7.2.1 Objetivos 121
7.2.2 Criterios 122
7.2.3 Sitios de monitoreo 122
7.2.4 Flora y Fauna 123
7.2.5 Criterios Físicos y Químicos 125
7.2.6 Manejo de Datos y Control de Calidad (QA/QC) 129
7.2.7 Informes 129
7.3 Monitoreo Marino 129
7.3.1 Calidad del agua 129
7.3.2 Calidad de los sedimentos 130
7.3.2.1 Objetivos 130
7.3.2.2 Sitios de Muestreo 130
7.3.2.3 Parámetros Medidos y Frecuencia 130
7.3.2.4 Equipo Requerido 131
7.3.2.5 Manejo de Datos, QA/QC, e Informes 131
7.3.3 Monitoreo de Ruido e Iluminación 132
7.3.3.1 Objetivos 132
7.3.3.2 Sitios de Monitoreo 134
7.3.3.3 Métodos de Monitoreo y Mitigación, Parámetros y Frecuencia 135
7.3.4 Monitoreo del Hábitat del Fondo duro 137
7.3.4.1 Objetivos 138
7.3.4.2 Sitios de Monitoreo 138

7.3.4.3 Parámetros y Frecuencia de Monitoreo 139
7.3.4.4 Manejo de Datos, QA/QC, e Informes 139
7.3.5 Biología marina 141
7.3.5.1 Monitoreo del Impacto en la Flora y Fauna 141
7.3.5.2 Tortugas y Mamíferos Marinos del Área inmediata 144
8. Referencias 149

1.0 Introducción

Actualmente Minera Panamá S.A. está desarrollando el proyecto Mina de Cobre Panamá en el distrito de Donoso, provincia de Colón, en el sector central-norte de Panamá. El Proyecto escavará y procesará mineral de sulfuro de cobre que ha sido definido en una concesión de 13,000 hectáreas que está ubicada a 120 km al oeste de la Ciudad de Panamá y 20 km de la costa del Mar Caribe. Las principales instalaciones asociadas con el Proyecto se discuten a continuación. Cabe señalar que este plan cubre las actividades permitidas del Estudio de Impacto Ambiental y Social (EsIA) que fue aprobado en el 2011 y no se refiere específicamente a las futuras extensiones o cambios de diseño, que tendrían que ser incorporados en el plan revisado.

1.1. Instalaciones Principales

Las instalaciones principales del Proyecto incluyen el sitio de la mina, un molino, un sitio de puerto y la construcción y operación de una planta de energía de carbón cerca del sitio del puerto. En general, la infraestructura será construida en dos ubicaciones principales: una para el sitio de la mina y la otra en el puerto, en Punta Rincón. A parte de las instalaciones principales, ambos sitios también requerirán instalaciones auxiliares, tales como campamentos, oficinas administrativas e instalaciones técnicas para brindar mantenimiento al equipo utilizado en las actividades industriales. Los sitios de la mina y del puerto estarán conectados por una carretera. Se requerirán también tuberías y líneas de transmisión de energía desde Punta Rincón hasta el sitio de la mina.

Las instalaciones principales en el sitio de la mina y del puerto incluyen:

- tres tajos a cielo abierto (Botija, Colina y Valle Grande), que serán desarrolladas durante la vida útil del Proyecto;
- instalaciones para la trituración, transporte y almacenamiento del mineral, incluyendo:
  - dos trituradoras giratorias (con la posibilidad de una trituradora y transporte adicional para aumentar el rendimiento posteriormente durante la fase de operaciones);
  - bandas transportadoras; y
  - un área para el almacenamiento del mineral triturado

- una concentradora, que incluye:
  - una planta para moler con dos molinos semi-autógenos y cuatro molinos de bola
  - una planta de flotación con tanques grandes para la separación de los minerales que contienen cobre de los residuos minerales, dando como resultado la producción del concentrado de cobre. En el concentrado de cobre se incluirá oro y éste último será recobrado por medio de procesamientos posteriores del concentrado en instalaciones fuera de Panamá;
  - un circuito de flotación adicional para separar concentrado de molibdeno; y
  - una concentradora para preparar el concentrado de cobre/oro a una consistencia apropiada para transportar al puerto a través de las tuberías y un tanque de almacenamiento para brindar capacidad adicional para almacenamiento de agua
- instalaciones para el manejo de relaves (TMF, *por sus siglas en inglés*), las cuales durante los primeros 22 años de minería recibirán y almacenarán residuos que habrán sido extraídos de los concentrados de metales en la planta del concentrador;
- instalaciones para el almacenamiento de saprolita y residuos de roca (WRSF, *por sus siglas en inglés*) para el almacenamiento de este material generado durante la fase de operaciones;
- una reserva de mineral de baja calidad;
- un depósito de agua dulce;
- un depósito de aguas procesadas;
- instalaciones auxiliares, que incluyen:
  - talleres de mantenimiento de camiones y equipo móvil;
  - oficinas;
  - plantas de tratamiento de aguas residuales;
  - almacenamiento y abastecimiento de combustible;
  - instalaciones para preparación y almacenamiento de explosivos;
  - incineradores de desechos no peligrosos (1 en el puerto y 2 en la mina); y
  - vertederos seguros para desechos no peligrosos comunes;
- estructuras de desviación de agua y control de sedimentos;
- canteras para material de préstamo (agregados);
- un campamento e instalaciones de manejo para el personal durante las fases de construcción y operaciones;
- instalaciones para el personal de seguridad;
- instalaciones de laboratorio; y

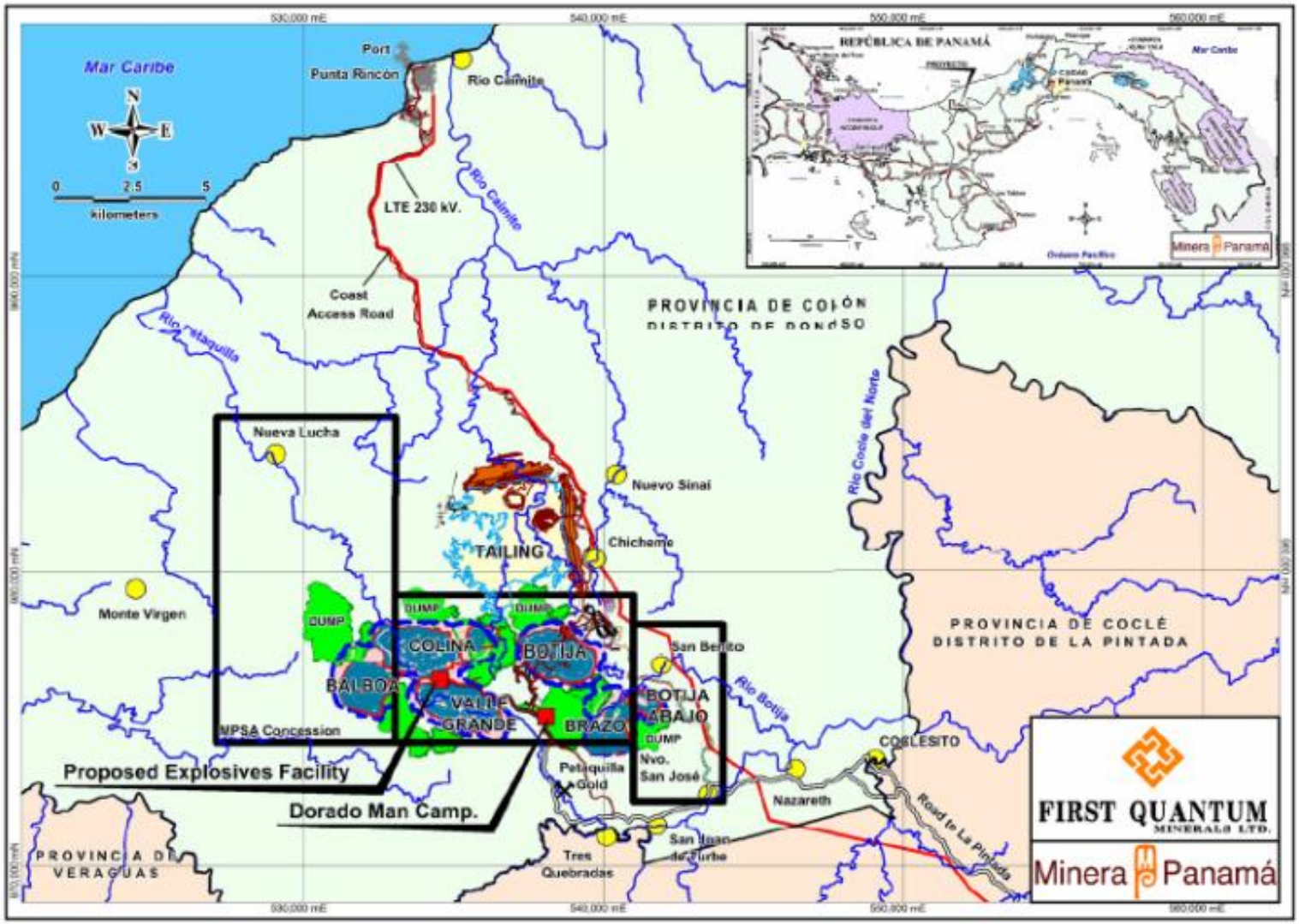
- carreteras internas dentro del sitio para acceder los campamentos, tajos, las instalaciones de almacenaje de rocas residuales, instalaciones de manejo de residuos e instalaciones auxiliares.

Las instalaciones principales del puerto en el sitio de Punta Rincón incluyen:

- instalaciones para el filtrado del concentrado de cobre/oro;
- un edificio para el almacenamiento del concentrado de cobre/oro;
- un puerto con instalaciones para la carga y descarga de los buques de transporte del concentrado y para recibir combustible y suministros para la operación, incluyendo carbón para la planta de energía;
- instalaciones provisionales para recibir equipo y suministros y brindar vivienda a los trabajadores durante la fase de construcción;
- un campamento e instalaciones de manejo para el personal durante la fase de construcción;
- instalaciones auxiliares, incluyendo las de tratamiento de aguas residuales y las de manejo de desechos domésticos;
- un embalse construido como represa en una de las quebradas cercanas como suministro de agua dulce y para el procesamiento de aguas; e instalaciones de seguridad.
- dos unidades de energía de carbón de 150 megavatios para la generación de electricidad (con una prevista para una tercera unidad);
- instalaciones para el transporte, manejo y almacenaje de carbón;
- instalaciones para la eliminación de partículas y el control de las emisiones de gases;
- una chimenea de escape de 125 metros para la combustión de gases;
- instalaciones para el almacenaje de ceniza;
- sistemas de admisión y descarga de agua de refrigeración al mar;
- instalaciones auxiliares para las operaciones de la planta, tales como talleres y bodegas de almacenaje para equipo y repuestos; y
- un campamento e instalaciones de Manejo para el personal para la fase de construcción y operaciones.

El plan de monitoreo ha sido desarrollado para tomar en cuenta todas estas diferentes instalaciones. En la Figura 1.1.1 se incluye un mapa de las instalaciones.

Figura 1.1.1: Ubicación del Proyecto y de las Instalaciones Principales



1.2. Marco Legal

El EsIA (Golder 2010) detalla los requisitos legales para el Proyecto. Esto incluye, tanto requisitos legales panameños específicos, como las directrices y criterios especificados por la Corporación Financiera Internacional (IFS *por sus siglas en inglés*) en sus guías específicas para la industria sobre ambiente, salud y seguridad (EHS *por sus siglas en inglés*). Además de las directrices del EHS del IFC, otras directrices aplicables incluyen aquellas para: instalaciones de manejo de desechos, plantas para energía térmica, portuarios y minería. Cada recurso (por ejemplo, agua, aire y suelo) cubierto por el programa de monitoreo incluye un análisis de los requisitos legales específicos para dicho recurso.

2.0 Clima

Esta sección ofrece un resumen de las estaciones meteorológicas existentes en Minera Panamá S.A a partir de las cuales se logrará evaluar los posibles impactos al Proyecto relacionados con el clima así como la forma en la que tales impactos podrían afectar al medio ambiente y las comunidades locales.

2.1 Objetivos

Los principales objetivos del monitoreo meteorológica son:

- Evaluar y comparar posibles impactos climáticos en el área de desarrollo del Proyecto (ADP) Mina de Cobre Panamá, teniendo como referencia la línea base del EsIA cat III. Anexo IX: Línea Base de Calidad del Aire y Meteorología.
- Evaluar y comparar posibles impactos hidrológicos en el área de desarrollo del Proyecto Mina de Cobre Panamá, teniendo como referencia la línea base del EsIA Anexo V-Línea Base de Hidrología (Golder 2010).
- Determinar posibles impactos sobre las comunidades locales cercanas al área de desarrollo del Proyecto Mina de Cobre Panamá.
-

- Utilizar los datos recolectados en las estaciones meteorológicas a modo de orientar en la toma de decisiones y elaboración de los diseños de ingeniería dentro del Proyecto Mina de Cobre Panamá.
- Analizar la precipitación acumulada dentro del área del Proyecto y en sus principales cuencas.
- Mantener registros actualizados de la información recolectada regularmente en las estaciones meteorológicas.

2.2 Estaciones de Monitoreo

Durante el levantamiento de la línea base del EsIA de Minera Panamá se instalaron dos estaciones meteorológicas, que sirvieron para la recolección de datos ambientales que fueran representativos de las condiciones de la línea base en los sitios del Proyecto, por un período de aproximadamente un año[1].

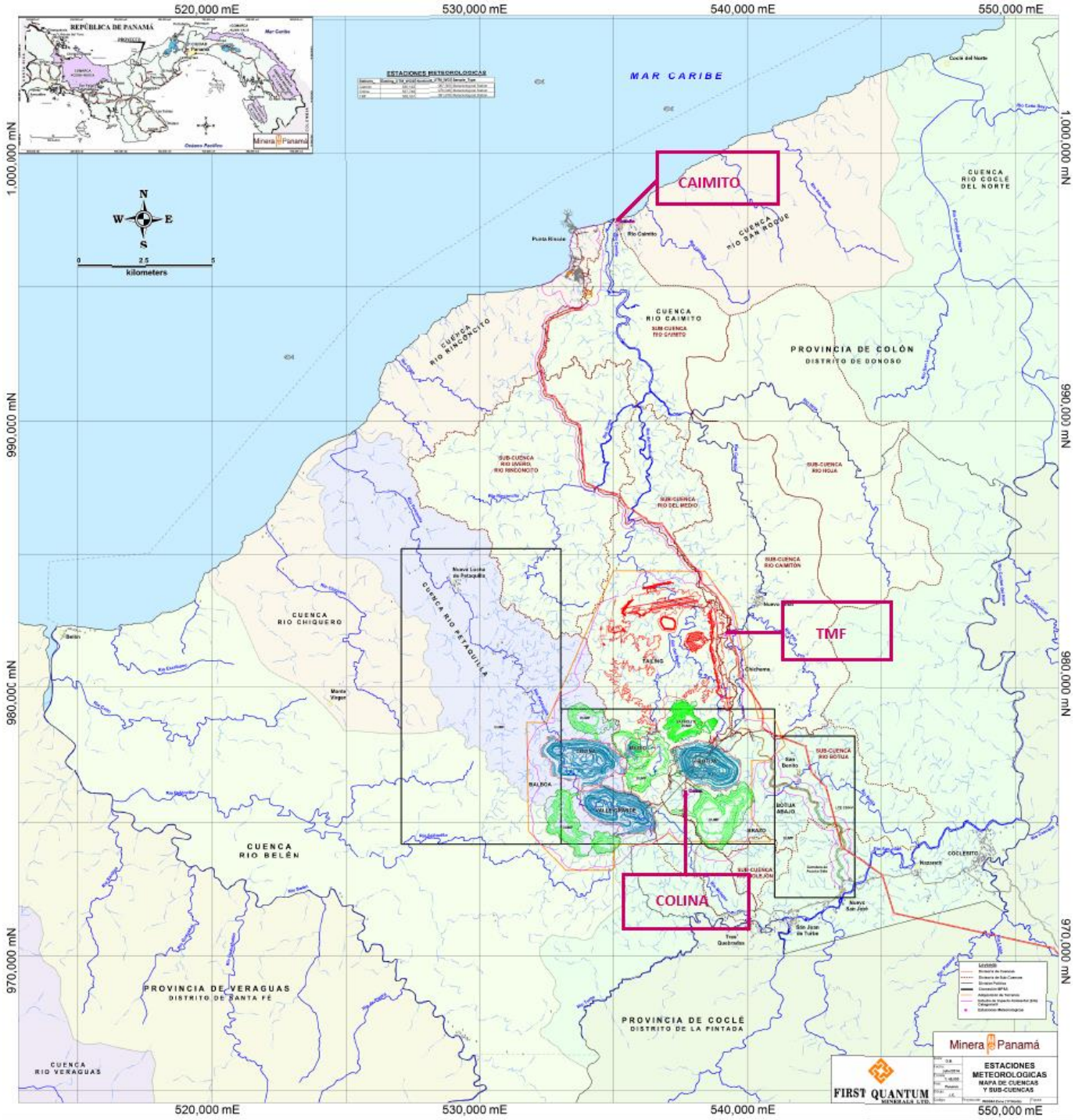
La primera de estas estaciones se situó cerca del campamento de exploración del Proyecto y se denominó como la estación de Colina. La segunda se ubicó cerca del área del puerto del proyecto y se definió como la estación de Río Caimito. Dichas estaciones comenzaron a funcionar en noviembre del 2007 y diciembre del 2007 respectivamente.

Debido a los recientes cambios dados en Proyecto Cobre Panamá, en donde se re-definieron diseños, re-ubicaron estructuras y algunas instalaciones del Proyecto, se tomó la decisión de movilizar la estación meteorológica de Colina al área donde se ha construido el campamento TMF, próximo al área donde será construida la tina de relaves.

Por lo que la estación meteorológica de Colina dejó de recolectar, almacenar y transmitir información a principios de Febrero de 2014.
La figura 2.2.1 muestra la ubicación de las estaciones de Colina, Río Caimito y TMF.

[1]Anexo IX. Línea Base de calidad de aire y meteorología

Figura 2.2.1: Mapa de Localización de las estaciones meteorológicas



La Tabla 2.2.1 muestra las coordenadas geográficas de cada una de las estaciones instaladas en el área del Proyecto.

Tabla 2.2.1: Localización geográfica de las estaciones meteorológicas situadas en el Proyecto Cobre Panamá.

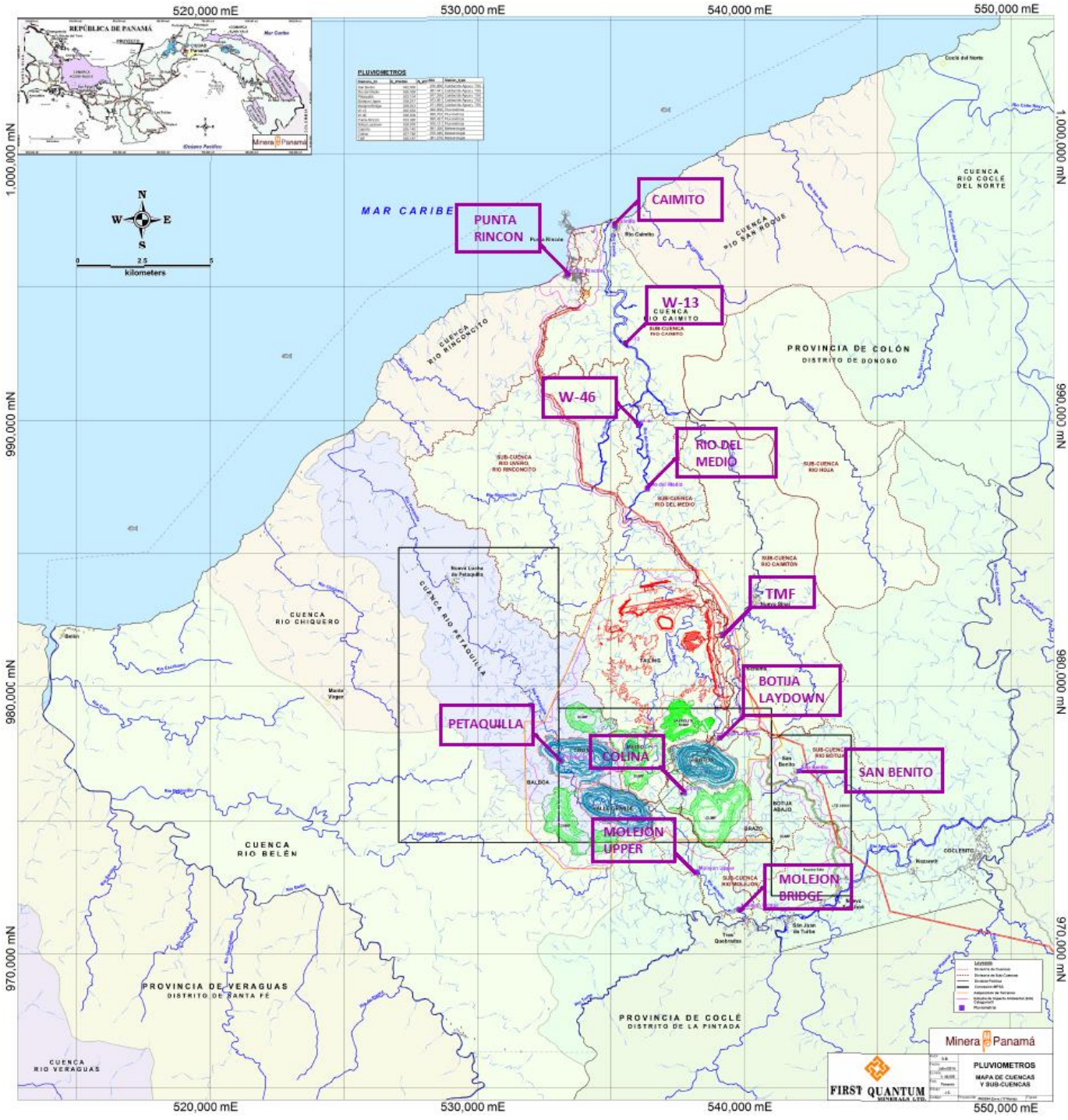
Estación	Localización Geográfica E UTM WGS84	N UTM WGS84	Tipo	Estatus
Caimito	535142	997300	Estación Meteorológica	Operativa
Colina	537748	976048	Estación Meteorológica	Inhabilitada
TMF	539187	981979	Estación Meteorológica	Operativa

Para cumplir con uno de los objetivos antes descritos y con la finalidad de complementar la información brindada por las estaciones meteorológicas actuales, dentro del área de desarrollo del Proyecto Cobre Panamá se han instalado nuevos pluviómetros con el registro de la información en tiempo real.

La figura 2.2.2 muestra la ubicación de los pluviómetros instalados en el Proyecto; ésta incluye los medidores de lluvia existentes en las estaciones meteorológicas arriba mencionadas así como medidores de lluvia pertenecientes a las estaciones de calidad de agua y TSS de las cuales se hará mención en la sección 4.2 del presente plan y que abarcan las áreas de cuencas donde se encuentran los ríos Botija, Río del Medio, Río Petaquilla y Molejón

Cabe destacar que a corto plazo se estará instalando un nuevo pluviómetro en un punto cercano a la antigua estación de Colina a modo de mantener los registros de precipitación y poder comparar sus variaciones con respecto a la línea base, a lo largo del período de duración de la mina.

Figura 2.2.2: Mapa de Localización de las estaciones meteorológicas



La Tabla 2.2.2 muestra las coordenadas geográficas de cada una de las estaciones instaladas en el área del Proyecto.

Tabla 2.2.2: Coordenadas geográficas de los pluviómetros situados en el Proyecto Cobre Panamá

Estaciones	Localización Geográfica		Tipo	Estatus
	E UTM WGS84	N UTM WGS84		
San Benito	542050	976869	Calidad de Agua y TSS	Operativa
Río del Medio	536359	987441	Calidad de Agua y TSS	Operativa
Petaquilla	533134	977255	Calidad de Agua y TSS	Inhabilitada
Molejón Arriba	538217	973061	Calidad de Agua y TSS	Operativa
Molejón Puente	539813	971669	Calidad de Agua y TSS	Operativa
W-13	535553	992856	Pluviométrica	Operativa
W-46	536039	989793	Pluviométrica	Operativa
Punta Rincón	533380	995427	Pluviométrica	Operativa
Botija Laydown	539076	978121	Pluviométrica	Operativa
Caimito	535142	997300	Meteorología	Operativa
Colina	537748	976048	Meteorología	Inhabilitada
TMF	539187	981979	Meteorología	Operativa

2.3 Parámetros y frecuencia de monitoreo

Dentro de los parámetros climáticos que se miden en las estaciones se incluyen: velocidad del viento, dirección del viento, temperatura del aire, humedad relativa, presión barométrica, radiación solar, evaporación, precipitación, y concentración de partículas PM-10.

La Tabla 2.3.1 describe marcas y modelos de los sensores así como las unidades de medida en que se almacenan los datos.

Tabla 2.3.1: Marcas y modelos de los sensores de cada estación meteorológica

Sensor	Marca	Modelo	Unidad	Frecuencia
Velocidad del viento	MET ONE	014A	m/s	Continua
Dirección del Viento	MET ONE	024A	Grados del Norte	Continua
Humedad Relativa	MET ONE	083E	% HR	Continua
Temperatura del Aire	MET ONE	083E	°C	Continua
Evaporación	CAMPBELL SCIENTIFIC	CS451	mm	Continua
Radiación Solar	PYRANOMETER	LI200X	W/m^2	Continua
Presión Barométrica	MET ONE	92	mBar	Continua
Medidor de Partículas	MET ONE	E-BAM PM-10	$\mu g/m^3$	Continua
Precipitación	HYDROLYNX	5050P-MS	mm	continua

Los sensores en cada una de las estaciones se encuentran instalados en una torre de 10 m. mientras que el tanque de evaporación clase "A" permanece a nivel del suelo.

Los datos se recolectan y almacenan en un registrador de datos marca Campbell Scientific modelo CR1000 y se trasmiten mediante telemetría satelital.

2.4 Manejo de Datos, Control de Calidad e Informes

MPSA cuenta con un servicio trimestral de mantenimiento de las estaciones meteorológicas y pluviómetros del área, el trabajo es llevado a cabo por el contratista Water and Earth Technologies (WET) quienes en cada visita se encargan de realizar la calibración de los sensores y pluviómetros.

A su vez los técnicos han desarrollado un manual de campo que contiene una breve descripción de los equipos de las estaciones, un diagrama de conexión de los sensores al CR1000, un protocolo de mantenimiento de cada uno de los instrumentos de medición, también se incluyen los pasos a seguir para la recopilación en forma manual de la información y por último las hojas de campo para anotaciones de trabajos efectuados en las estaciones.

Los datos son manejados, validados y transmitidos por WET en la página Web Novastar creada y personalizada para Minera Panamá. WET mensualmente hace entrega de informes digitales con la recopilación de los datos almacenados, específicamente referido a la precipitación diaria y mensual acumulada.

Personal de MPSA debe realizar visitas e inspecciones regulares a las estaciones de modo de poder verificar el estatus de los equipos. Durante las visitas se realiza la limpieza de los paneles solares, cambio de bolsas de secantes que permiten mantener libre de humedad el interior del EBAM PM10, se deben revisar los cables de conexión de modo de detectar si existe ruptura de los mismos.

MPSA ha de elaborar un informe completo de meteorología (para uso interno) donde se detalle y reporte las fluctuaciones obtenidas por cada parámetro medido en ambas estaciones que actualmente se encuentran operativas; de modo de lograr el cumplimiento de los objetivos antes establecidos.

3.0 Calidad del Aire

Esta sección cubre tanto el monitoreo de la calidad del aire (gases y partículas) como el de ruido. El monitoreo está dirigido a la evaluación tanto de emisiones de fuentes fijas como móviles, al igual que al monitoreo de ruido y calidad de aire ambiental.

3.1 Objetivos

Los objetivos principales para el programa de monitoreo de aire y ruido son los siguientes:

- Demostrar el cumplimiento de los estándares aplicables de calidad del aire al mantener concentraciones de gases de combustión (por ejemplo, dióxido de azufre (SO_2), óxido de nitrógeno (NO_X) y partículas en suspensión (PM)) en las emisiones de aire dentro de los estándares aplicables.
- Mantener las concentraciones de partículas en suspensión (PM, PM_{10} y $PM_{2.5}$) en el aire; fuera y/o dentro del límite de desarrollo del Proyecto, dentro de los estándares aplicables.
- Mantener las concentraciones de los componentes de combustión (SO_2 y NO_X) en el aire; fuera del área de desarrollo del Proyecto, dentro de los estándares aplicables.
- Controlar el ruido y la vibración a los receptores para cumplir con las directrices aplicables y para minimizar los efectos del ruido en los receptores cercanos.
- Asegurar el cumplimiento de los requisitos legales en Panamá para incineradores de desechos no-peligrosos.
- Realizar auditorías completas del uso de controles de emisiones en la flota móvil de la mina.

Los objetivos secundarios incluyen la recopilación de datos adicionales para confirmar y/o actualizar los modelos de calidad de aire y ruido. Los datos recopilados también serán utilizados para identificar si es necesario tomar acciones de contingencia o medidas de mitigación adicionales.

3.2 Criterios

3.2.1 Emisiones

Los requisitos reglamentarios sujetos al Proyecto para las emisiones provenientes de la planta termoeléctrica se especifican en el Decreto Ejecutivo No. 5 (2009) de Panamá y en las directrices Ambientales, de Salud y Seguridad de la IFC para Plantas de Energía Térmica (IFC 2008) para dióxido de azufre (SO_2), óxido de nitrógeno (NO_X) y los estándares de emisiones totales de partículas para las plantas de energía térmica. Estos estándares junto con los criterios de emisiones del Proyecto se presentan en la Tabla 3.2.1.1.

Tabla 3.2.1.1: Criterios de Emisiones de Aire para la Planta de Energía Térmica

Parámetro	**Unidad**	Panamá[(a)] Generación de Electricidad Térmica	**IFC** Directrices Ambientales, de Salud y Seguridad para Plantas de Energía Térmica Planta Mayor de 50 MW/t/h a Menor de 600MW/t/h, Cuenca de Aire No Degradada	**Criterios para el Proyecto**[(c)]
Partículas en Suspensión				
generación de electricidad térmica (≥ 50MW)	mg/m³	50	50	30 mg/m³
Oxido de Nitrógeno (NO_x)				
combustible sólido - calderas	mg/m³	750	510	200 mg/m³
Dióxido de Azufre(SO_2)				
generación de electricidad térmica (≤ 500 MW)		0.2 t/d/MW[(b)]	900- 1,500 mg/m³	200 mg/m³

(a) Decreto Ejecutivo No.5"Por el cual se dictan Normas Ambientales de Emisiones de Fuentes Fijas" (República de Panamá 2009d).

(b) No puede exceder los 2000mg/Nm^3o500 t/d.

(c) Como el Proyecto está cerca de un área ecológica sensible, se ha seleccionado el valor más bajo para la cuenca de aire, por recomendación del CH2MHill

Notas:≥= mayor o igual a; mg/m^3=miligramos por metro cúbico; mg/Nm^3=miligramos por metro cúbico normal; t/d/MW=toneladas por día por megavatio; MW/t/h=megavatio por tonelada por hora; MW=megavatio.

La IFC también especifica los límites de emisiones para las instalaciones pequeñas de combustión, tales como grupo electrógenos (generadores), que se encuentra entre los 3 y 50 MWth. El Decreto ejecutivo No. 5 de Panamá también aplica para los motores pequeños de combustión. Los límites de combustión para las instalaciones pequeñas de combustión se listan en la Tabla 3.2.1.2.

Tabla 3.2.1.2: Criterios de Emisiones de Aire para Instalaciones Pequeñas de Combustión

Parámetro y Tecnología de Combustión	Unidad (a)	Directrices Generales del IFCEHS	Panamá	Criterios para el Proyecto
Total de partículas en suspensión	mg/Nm³	50 (o hasta 100si se justifica por consideraciones del Proyecto)	100(<50MW) 50(>50MW)	50 (o hasta 100si se justifica por consideraciones del Proyecto)
Dióxido de Azufre				
Motor (de combustible líquido)	%S	1.5 (o hasta 3% S si se justifica por consideraciones del Proyecto)	2000mg/Nm³	1.5 (o hasta 3% S si se justifica por consideraciones del Proyecto)
Óxido de Nitrógeno				
Motor(de combustible de gas)	mg/Nm³		320	200(solo Ignición por chispa) todos los demás 320
*ignición por chispa		200		
*combustible dual		400		
*ignición por compresión		1600		
Motor(de combustible líquido)	mg/Nm³		460	460
*diámetro interior<400mm		1460		
* diámetro interior≥400mm		1850		

(a) mg/Nm³ A menos que se indique lo contrario, medido bajo condiciones normales a 101.3kPa y 0°C sobre una base seca corregida para un contenido de oxígeno del 15%

Para el funcionamiento de los tres incineradores (uno en el puerto y dos en el sitio de la mina; todos no-peligrosos), Panamá especifica los requisitos operacionales en el Decreto Ejecutivo No. 293 (2004). Aunque no existen criterios específicos de emisiones en los reglamentos, los reglamentos sí especifican que el programa de monitoreo y control deben incluir el seguimiento de:

- Ruido
- Contaminación del aire en el lugar de trabajo
- Partículas en suspensión (total)
- Gases
- Olores
- Esfuerzo térmico (estrés térmico)

El reglamento también exige suficientes pruebas de ceniza y otros residuos para establecer sus propiedades físicas y químicas y para tener un plan para la disposición final de los residuos. Esto debe incluir pruebas para la fracción soluble de metales pesados.

3.2.2 Calidad de Aire Ambiental

Además de las pruebas de emisiones (cenizas), el Proyecto también mantendrá estaciones de monitoreo de calidad de aire ambiental. Panamá ha emitido un borrador de criterios para calidad de aire ambiental, que son los criterios legales primarios que debe cumplir MPSA. Para ciertos parámetros a los que Panamá no les haya asignado un valor, se utilizarán los valores de la IFC (2007a) como los criterios del Proyecto. Los valores están listados en la Tabla 3.2.2.1.

3.2.3 Ruido

Los criterios de diseño del Proyecto especifican el monitoreo del ruido como parte de los controles para la protección de la salud de los trabajadores. Esta sección se enfoca solamente en el monitoreo del ruido ambiental para la protección del medio ambiente y de las comunidades aledañas. Los criterios del ruido ambiental están basados en el Decreto Ejecutivo No. 1 (2004a), el Decreto Ejecutivo 306 (2002c) y las directrices Generales HSE de la IFC (IFC 2007a).

Tabla3.2.2.1: Directrices Seleccionadas para la Calidad de aire ambiental

Parámetro	Unidad	Panamá (2006)[a]	IFC (2007a)	Criterios para elProyecto
Dióxido de Azufre (SO_2)				
24-horas	µg/m³	365	20	365
Anual	µg/m³	80	—	80
Dióxido de Nitrógeno(NO2)				
1-hora	µg/m³	—	200	200
24-horas	µg/m³	150	—	150
Anual	µg/m³	100	40	100
Monóxido de Carbono				
1-hora	µg/m³	30,000	—	30,000
8-horas	µg/m³	10,000	—	10,000
Partículas en Suspensión (PM_{10})				
24-horas	µg/m³	150[b]	50[c]	150
Anual	µg/m³	50[d]	20	50
Partículas en Suspensión ($PM_{2.5}$)				
24-horas	µg/m³	—	75[e]	75
Anual	µg/m³	—	35[e]	35
Ozono				
1-hora	µg/m³	235		235
8-horas	µg/m³	157	160[e]	157

(a) Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire ambiental. Preparado por URS Holdings para ANAM/DINAPROCA (Julio)

(b) El cumplimiento con el estándar de 24-horasPM_{10}está basado en el 98vo percentil de concentración24-horas de cualquier año dado.

(c) El cumplimiento con las directrices de 24-horas PM_{10}está basado en el 99no percentil de concentración 24-horas de cualquier año dado.

(d) El cumplimiento con el estándar anual PM_{10}está basado en la concentración anual promedio durante tres años consecutivos.

(e) Valores Meta-1 interinos

Notas: µg/m3=microgramos por metro cúbico; ' –' =no aplica

Los impactos del ruido no deberán exceder los niveles presentados en la Tabla 3.2.3.1 o exceder los niveles de sonido ambiental existentes por más de los 3 decibeles “ponderación A” (dBA) en los lugares de monitoreo.

Los valores presentados son el nivel de energía equivalente (Leq) en decibeles ponderados durante los periodos indicados.

Tabla3.2.3.1: Criterios de Ruido Ambiental

Criteriosde Ruido(a)	**Panamá(b)(c)**		**IFC y Mundial(d)**		**Unidad**	**Criterios del Proyecto**	
Calificación del Receptor	**Nocturno (22:00-06:00hrs)**	**Diurno (06:00–22:00hrs)**	**Nocturno (22:00-07:00hrs)**	**Diurno (07:00–22:00 hrs)**		**Nocturno (22:00-06:00 hrs)**	**Diurno (06:00–22:00 hrs)**
Zona de Amortiguación	a 500m del perímetro industrial		n/a			**a 500m del perímetro industrial**	
Comparado a los niveles de sonido de fondo existentes (e)	aumentar menos de ó igual a 3 dB para las áreas comerciales e industriales aumentar menos de ó igual a 5 dB para áreas públicas		Aumentar menos de ó igual a 3 dB		dBA	**Aumentar menos de ó igual a 3 dB**	
Residencial, institucional, educacional(industria cercana)	50	60	45	55	dBA	**45**	**55**
Industrial comercial	n/a	n/a	70	70	dBA	**70**	**70**

- (a) Leq máximo permitido por hora Leq en dBA.
- (b) Decreto Ejecutivo No. 1(República dePanamá2004 a) y Decreto Ejecutivo 306 (República de Panamá 2002c).
- (c) Requiere también de la creación de una zona de amortiguación de 500 m que excluya el desarrollo residencial cercano a la industria.
- (d) Directrices de Medio Ambiente, Salud y Seguridad (IFC 2007a) referentes a las Directrices de Organización mundial de la Salud para Ruido en la Comunidad (1999).
- (e) Aplica si el ambiente existente es mayor que los criterios establecidos.
- dB = decibeles; dBA = decibeles ponderación-A; hrs=horas; IFC= Corporación Financiera Internacional (*por sus siglas en ingles*); Leq=equivalente Nivel de sonido no continuo; m= metro;n/ a= prueba que no aplica

3.3 Sitios de Monitoreo

Será necesario el monitoreo continuo de emisiones (CEM por sus siglas en ingles) para la planta de energía térmica y para grupos electrógenos superiores a los 3 MWth con el fin de cumplir con las directrices IFC. El monitoreo de emisiones será tanto para partículas como para gases y permitirá el desarrollo de un inventario de emisiones en gramos por minuto. En los lugares de monitoreo continuo de emisiones, también se llevarán a cabo pruebas anuales de cenizas. Las ubicaciones finales de estos programas deberán ser definidos como parte de una ingeniería detallada. Como se expuso anteriormente, también se hace un monitoreo continuo de ciertos parámetros (CO, SO_2, NO_2, PM, ruido, olores) que también se requiere para los incineradores.
Los lugares de monitoreo para la calidad de aire ambiental, se han establecido para evaluar el cumplimiento de los estándares y directrices aplicables de aire durante la vida del proyecto. La

Tabla 3.3.1 muestra la ubicación de las estaciones para cada fase del proyecto. La Figura 3.3.1 muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de aire durante la fase de construcción y la Figura 3.3.2 muestra sus ubicaciones durante la fase de operaciones.

Se han considerado los siguientes criterios para establecer las estaciones

- Existencia de comunidad local;
- Ubicación de las vías de acceso existentes y previstas;
- Dirección predominante del viento;
- Características topográficas del área del Proyecto.

Para el monitoreo de la calidad de aire ambiental, se han considerado 2 estaciones de monitoreo durante la fase de construcción, junto con la instalación de tres estaciones adicionales, para un total de cinco durante la fase de construcción. Para cumplir con los compromisos de EsIA, la estación ubicada en Río Caimito incluirá el análisis de concentraciones de metal, específicamente Ni y V, durante la fase de construcción y operaciones. Esto se discute más a fondo en la Sección 3.5.

Tabla 3.3.1: Sitios de monitoreo para calidad de aire ambiental

Código	Estación	Ubicación Geográfica[1]		Etapa de Monitoreo	
		N (m)	E (m)	Construcción	Operaciones
A1	Planta de proceso	997 071	540006		X
A2	Río Caimito	997 071	535 198	X	X
A3	Nuevo San José	972 479	543 805		X
A4	San Benito	976 503	542 212	X	X
A5	Fardalito	979 714	531 577		X

(1) los valores son coordenadas UTM (NAD 27- Zona 17)

El monitoreo del ruido se llevará a cabo en un mínimo de lugares indicados en la Tabla 3.3.2. Tal y como se indica, algunas ubicaciones son específicas para el monitoreo operativo, mientras que las otras son estaciones a largo plazo para la protección de las comunidades locales.

Tabla3.3.2: Sitios y duración del monitoreo de ruido

Sitios de Monitoreo	Duración
San Benito	largo-plazo 24 horas
Nuevo Sinaí	largo- lazo 24horas
Rio Caimito	largo-plazo 24horas
Cascajal	largo-plazo 24horas
Nazareth	largo-plazo 24horas
Coclesito	largo-plazo 24horas
Botija límite del tajo de la mina	largo-plazo 24horas
Botija equipo del tajo de la mina	corto-plazo medición de emisiones del equipo
Almacenamiento de desechos de roca	corto-plazo medición de emisiones del equipo
Reserva de mineral de baja calidad y mineral en bruto	corto-plazo medición de emisiones del equipo

Podrá ser necesario llevar a cabo más monitoreos para abordar cualquier inquietud o quejas por ruido planteadas por la gente en localidades receptoras.

Figura 3.3.1: Ubicaciones de las estaciones de monitoreo de aire durante la fase de construcción

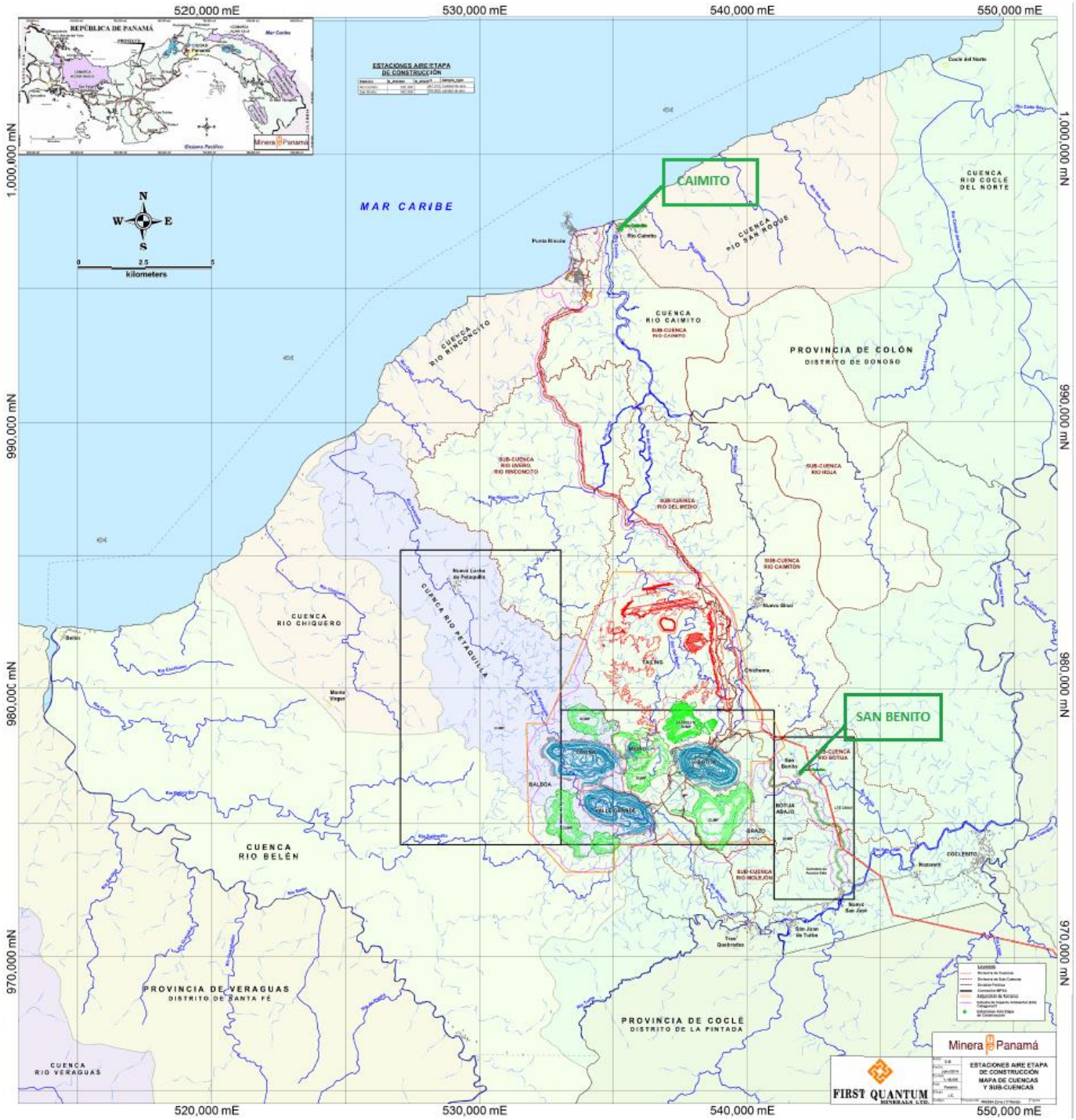
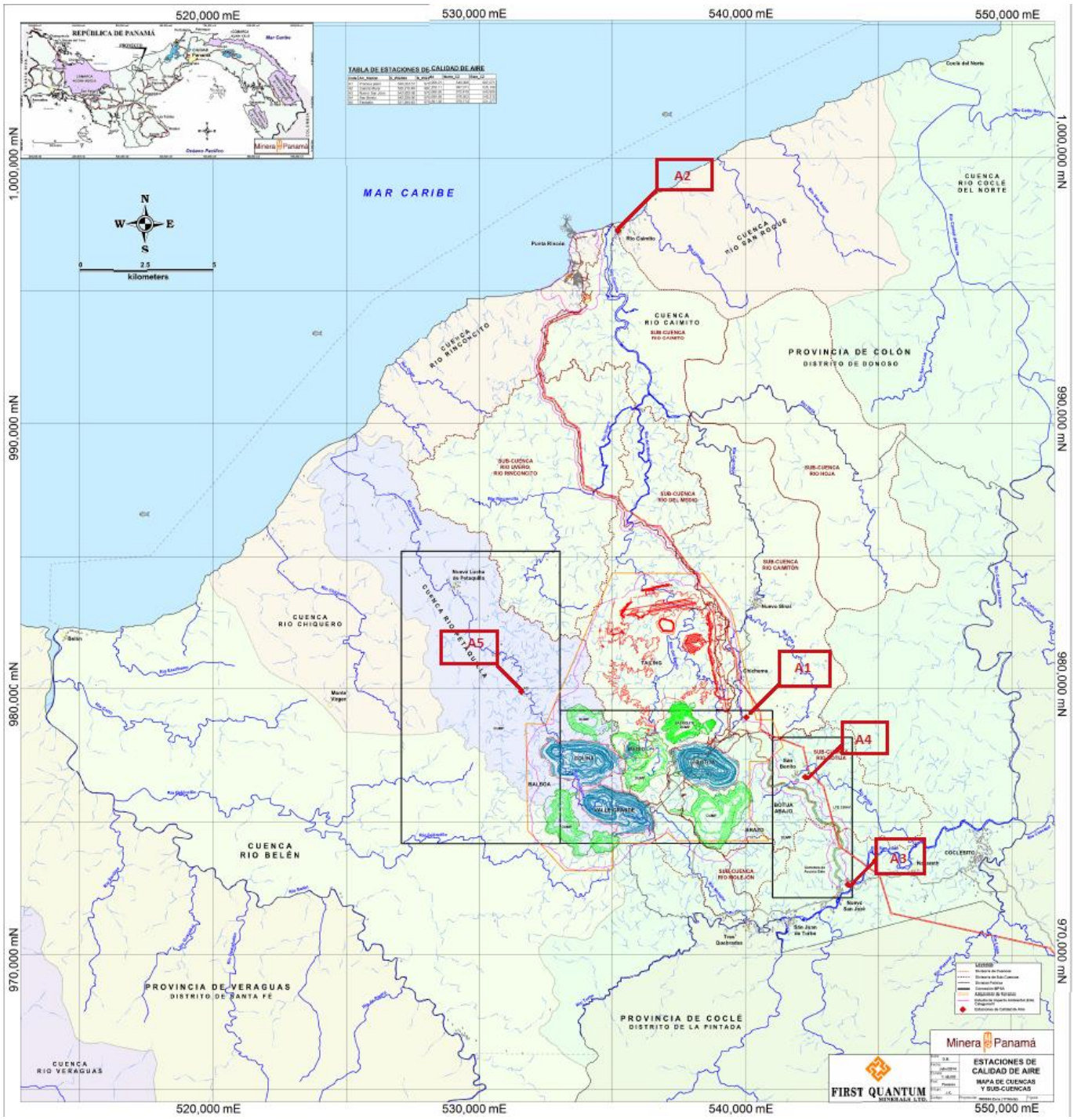


Figura 3.3.2: Ubicaciones de las estaciones de monitoreo de aire durante la fase de operaciones



3.4 Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

El programa de monitoreo continuo de emisiones para la planta de energía térmica necesitará monitoreo continuo de NOx, SO_2 y PM. Siguiendo las directrices del IFC, el SO_2 se debe monitorear de forma continua debido a que la planta utiliza calderas de carbón pulverizado y utilizará desulfuración de gases de combustión (FGD, *por sus siglas en inglés*) para el control del SO_2. Para el control de NOx y PM se puede realizar un monitoreo continuo directo, o monitoreo indicativo.

Las pruebas de las cenizas se deben realizar anualmente para NOx, SO_2, PM y metales pesados. Las guías de la IFC no especifican la lista de los metales pesados, sin embargo las directrices de USEPA MACT especifican que los siguientes metales están incluidos en la lista de contaminantes peligrosos del aire (HAP, *por sus siglas en inglés*) As, Be, Cd, Cr, Pb, Mn, Hg, Ni, y Se. Estos pueden ser analizados por separado, o el programa puede analizar Hg y el total de los metales seleccionados (TSM, *por sus siglas en inglés*), que es una medida de los metales HAP.

Para los incineradores, el reglamento especifica que el muestreo de control incluye: PM, CO, SO_2, NOx, ruido y olores. No se especifica la frecuencia, de manera que este se llevará a cabo una vez al año como mínimo.

Para el monitoreo del aire, se requiere los siguientes parámetros: NOx, SO_2 y PM_{10}, $PM_{2.5}$, monóxido de carbono y ozono. Como se especifica en el borrador de criterios de Panamá (ANAM 2006), el muestreo debe darse cada tres días como mínimo. Como será discutido en la Sección 3.5, el monitoreo de gases se hará de forma continua y las mediciones de PM se harán en combinación de mediciones continuas y puntuales.

El programa de monitoreo de ruido en los receptores consistirá en una medición única de 24 horas en cada uno de los sitios de monitoreo a largo-plazo. Para cada medición de 24 horas se registrarán datos históricos de ruido, grabaciones de los sonidos hechos y datos climáticos u otras observaciones de campo. Los datos y grabaciones serán revisados para tener evidencia

del impacto de ruido de las operaciones del proyecto. Esto se completará una vez al mes o si se presentan quejas.

A corto plazo, en el lugar de origen las mediciones para la determinación de las fuentes suelen ser de una duración de 15 minutos, con los mismos parámetros, grabaciones y observaciones climáticas o de campo como las de las mediciones hechas en los receptores de 24 horas. En la práctica, las mediciones a corto-plazo pueden ser hechas simultáneamente con las mediciones de 24 horas.

3.5 Requisitos para el Equipo

El monitoreo de las partículas en suspensión será llevado a cabo utilizando una combinación de muestreadores de alto volumen (hi-vol) y analizadores continuos. El monitoreo continuo en tiempo real de las concentraciones aerotransportadas de PM_{10} y $PM_{2.5}$ utilizará instrumentos continuos, tales como analizadores E-BAM oTEOM. Se recolectarán muestras adicionales de PM_{10} promedio a 24 horas utilizando muestreadores hi-vol equipado con un cabezal de entrada de PM_{10}. Los muestreadores deben ser capaces de operar a un mínimo de 5L/m de velocidad de flujo por un periodo de 24 horas además de ser operados de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Los filtros nuevos deben ser pesados inicialmente y luego de un periodo de muestreo de 24 horas se deben volver a pesar para determinar la carga de polvo de PM10. El método de determinación del peso debe ser capaz de tener un límite de detección de 0.01 mg por filtro. Se calcula un periodo promedio de 24 horas. Los protocolos de muestreo estarán guiados según indica la Parte 50 del US 40CFR, que está especificado por el reglamento Panameño. Los filtros seleccionados pueden ser analizados para revisar contenidos de metales incluyendo; pero no limitado a, plomo, níquel, cobre y arsénico para asegurar que la exposición a metales específicos no es significativa

con respecto a los límites de concentración del aire. Durante la fase de construcción, se requiere del análisis de la concentración de metales (Ni, V, As, Cd, Cr, Pb, Mn, Hg, and Se) en la estación de Río Caimito. Esto es para establecer una línea base que luego puede ser utilizada como comparación durante la fase de operaciones. En esta ubicación se recolectará una muestra

compuesta de 24 horas por lo menos una vez al mes.

Para el monitoreo continuo de partículas en suspensión ($PM_{2.5}$ and PM_{10}) se utilizará un E-BAM (Monitor de Atenuación Ambiental Beta, *por sus siglas en inglés*) o una tecnología equivalente. El E-BAM está designado por la USEPA como una tecnología equivalente adecuada para el monitoreo de partículas aerotransportadas. El monitor continuo de partículas registra niveles instantáneos de partículas y brinda resultados promedio por periodos de 1 minuto, 10 minutos o 1

hora. Se colocarán sensores de velocidad y dirección del viento junto a los sensores de partículas y se instalará una alarma visual y sonora. También se llevará a cabo el monitoreo en tiempo real de aire para SO_2 y NO_X utilizando analizadores continuos de aire, equipados con un sistema de adquisición y registro de datos.

La medición del nivel de ruido debe realizarse utilizando un medidor de nivel de sonido que esté configurado en modo de respuesta lenta para obtener niveles de presión de sonido de ponderación-A (SPLs) consistentes e integrados. La ponderación-A ajusta las medidas para la respuesta aproximada del oído humano a baja frecuencia SPLs (por ejemplo, menor de 1,000 hertz[Hz]) y alta frecuencia SPLs (por ejemplo, mayor de 1,000 hertz[Hz]).

También se necesita recolectar los siguientes parámetros de ruido en cada ubicación:

- Leq– El SPL integrado a lo largo de un periodo de medición seleccionado (1 minuto, durante el día y la noche); este parámetro es el SPL estable continuo que tendría la misma energía acústica que el ruido fluctuante real a lo largo del mismo periodo de tiempo.
- Lmax – El SPL máximo para el periodo seleccionado de muestreo.

- Lmin – El SPL mínimo para el periodo seleccionado de muestreo.
- Ln – Los SPLs que fueron excedidos n por ciento de tiempo durante el periodo de muestreo. Por ejemplo, L90 es el nivel excedido 90 por ciento del tiempo.

Los SPLs y los datos de banda de octava deben ser recolectados durante cada evento de monitoreo, utilizando técnicas de medición establecidos por ANSI.

El equipo requerido para el monitoreo del ruido se indica a continuación (o su equivalente):

- Medidor de precisión de integración de nivel de sonido con analizador de frecuencia en tiempo real Larson Davis Modelo 824 y 831 (o similar).
- Preamplificador de micrófono Larson Davis Modelo PRM902 (o similar).

- Micrófono condensador pre-polarizado de ½-pulgada Larson Davis Modelo 2560 (o similar). Protector de viento, tríp
- ode y varios cables.
- Unidad de calibración del medidor de nivel de sonido.
- Calibrador de nivel de sonido Larson Davis Modelo CAL200 de 94/114dB a 1,000 Hz (o similar).

Los medidores de nivel de sonido Larson Davis cumplen con los requisitos de precisión de Tipo I – establecidos para los medidores de nivel de sonido y para los filtros de un tercio (1/3) de octava. El monitoreo debe llevarse a cabo utilizando el medidor de nivel de sonido montado en un trípode a una altura de 1.5 metros (m) por encima de la superficie del suelo. Se necesita utilizar un protector de viento apropiado para hacer mediciones al aire libre. El micrófono debe estar posicionado de manera que se logre una respuesta de incidencia aleatoria (es decir, que no haya interferencia local con la propagación del ruido).

El medidor de nivel de sonido y el analizador de banda de octava necesitan ser calibrados

inmediatamente antes y después del periodo de muestreo utilizando el CAL200 para brindar un control de calidad del funcionamiento de los medidores de nivel de sonido durante el monitoreo. El calibrador tiene un estimado de incertidumbre para el nivel de presión de sonido de ± 0.1 dB a un nivel del 99 por ciento de confianza.

Como parte del sistema de manejo ambiental, se debe implementar e incluir un procedimiento formal para auditar o fiscalizar la utilización y mantenimiento de controles de emisiones para la flota móvil (vehículos livianos y flota grande).

3.6 Manejo de Datos y QA/QC

El programa de QA/QC para el monitoreo de la calidad del aire incluirá lo siguiente:

- El personal de campo que opere el monitoreo de aire ambiental debe estar debidamente

- capacitado para utilizar el equipo y comprender la metodología.
- Se debe tomar una muestra adicional por cada cinco muestras que se colecten, pero esto no debe interferir con la muestra a colectar en cada sitio.
- Una muestra en blanco se enviará junto con las muestras diarias colectadas como medida analítica de calidad.
- El laboratorio que realice el análisis gravimétrico tendrá sus métodos acreditados.
- Se registrará una descripción visual de cada filtro para brindar una observación cualitativa de la muestra.
- Las medidas de control adicionales se describen en US40CFR58, el Apéndice A da la guía de los procesos QA/QC para las muestras del ambiente.
- Se llevarán a cabo inspecciones periódicas de los registros de mantenimiento para asegurar que se cumplan los requisitos de mantenimiento de rutina.

El programa de QA/QC para el monitoreo del ruido incluirá lo siguiente:

- El personal de campo llevando a cabo operaciones de muestreos de ruido ambiental deberá estar debidamente capacitado para operar el equipo y para comprender la metodología.

- El personal de campo llevando a cabo operaciones de la vibración deberán estar debidamente capacitados para operar el equipo y para comprender la metodología.
- Se llevarán a cabo inspecciones periódicas de los registros de mantenimiento para asegurar que se cumplan los requisitos de mantenimiento de rutina.

3.7 Informes

Los Datos recopilados se resumirán y detallarán en informes trimestrales. Los informes incluirán:

- Un resumen de lo que abarca el informe, incluyendo cualquier cambio en el monitoreo desde el informe anterior

- Una presentación de los resultados y una comparación con los criterios del Proyecto
- Una discusión de cualquier caso en que se excedan los criterios del Proyecto y las acciones tomadas para remediar dichos excesos.
- El informe contendrá todos los monitoreos llevados a cabo (CEM, cenizas, aire ambiental y ruido)
- Discusión sobre la auditoría del uso y mantenimiento de los controles de emisión en la flota móvil.
- El formato y presentación deben hacerse de manera aceptable para la ANAM.

4.0 Aguas Superficiales

4.1 Calidad del Agua

Una de las mayores inquietudes ambientales en las operaciones de minería es el impacto a la calidad y cantidad del agua. El Proyecto Cobre Panamá tiene el potencial de alterar tanto la calidad y la cantidad del agua dulce como la calidad del agua de mar. El monitoreo debe llevarse a cabo en todas las descargas de agua (marina y dulce), al igual que un monitoreo de la calidad del agua superficial, agua subterránea y agua de mar. Las descargas potenciales al agua dulce

vienen de la mina (por ejemplo, excesos de agua procesada y descargas de las estructuras de control de sedimentación), de las plantas de tratamiento de aguas residuales, y de lixiviados del relleno sanitario. Las descargas de agua de refrigeración de la planta de energía térmica son de concreta inquietud para el agua de mar.

4.1.1 Monitoreo de Cumplimiento

Objetivos

Los objetivos del monitoreo de cumplimento para el agua superficial son para asegurar:

- Cumplir con los estándares legales de descargas de efluentes (Panamá e IFC) en todos los puntos de descargas

- Verificar que el cumplimiento de los compromisos del EsIA para los sitios de monitoreo, coincida con ANAM.

Criterios

Panamá tiene criterios específicos para descargas en cursos de agua que se incluyen en la DGNTI-COPANIT 35-2000 (Ministerio de Comercio e Industrias 2000). Además, el Proyecto se ha comprometido con los criterios IFC. Ambos criterios, como los criterios del Proyecto se indican en la Tabla 4.1.1.1

En Panamá sólo existe un borrador para los criterios de la calidad del agua. El borrador debe ser actualizado cuando se definan los criterios ambientales.

Tabla 4.1.1.1: Criterios legales de descargas del efluente

Agua Dulce	Unidades	Reglamento de Panamá	IFC	
		Descarga de efluentes a Aguas Superficiales o Subterráneas	Directrices Ambientales, de Salud y Seguridad - Minería	Criterios del Proyecto
Fisico-químicos				
pH	s.u.	de 5.5 a 9	de 5.5 a 9	de 5.5 a 9
Demanda biológica de oxígeno	mg/L	35	50	35
Demanda química de oxígeno	mg/L	100	150	100
Total de sólidos en suspensión	mg/L	35	50	35
Total de sólidos disueltos	mg/L	500	-	500
Sólidos sedimentables	mg/L	15	-	15
Turbiedad	NTU	30		30
Temperatura	°C	más o menos 3	más o menos 3	más o menos 3
Iones Principales				
Sulfuro	mg/L	1	-	1
Cloruros	mg/L	400	-	400
Cloro-residual	mg/L	1.5	-	1.5
Fluoruro	mg/L	1.5	-	1.5
Cianuro (total)	mg/L	0.2	1	0.2
Sodio	percent	35	-	35
Sulfato	mg/L	1,000	-	1000
Metales (total)				
Aluminio	mg/L	5	-	5
Arsénico	mg/L	0.5	0.1	0.1
Boro	mg/L	0.75	-	0.75
Cadmio	mg/L	0.01	0.05	0.01
Calcio	mg/L	1,000	-	1000
Cromo (VI)	mg/L	0.05	0.1	0.05
Cromo (total)	mg/L	5	-	5
Cobre	mg/L	1	0.3	0.3
Hierro (total)	mg/L	5	2	2
Plomo	mg/L	0.05	0.2	0.05
Manganeso	mg/L	0.3	-	0.3
Mercurio	mg/L	0.001	0.002	0.001
Molibdeno	mg/L	2.5	-	2.5
Níquel	mg/L	0.2	0.5	0.2
Selenio	mg/L	0.01	-	0.01
Zinc	mg/L	3	0.5	0.5
Nutrientes				
Nitrato-N	mg/L	6	-	6
Amoniaco-N	mg/L	3	-	3
Nitrógeno-N (total)	mg/L	10	-	10
Fósforo	mg/L	5	-	5
Orgánicos				
Aceite y Grasa	mg/L	20	10	10
Hidrocarburo (total)	mg/L	5	-	5
Fenoles	mg/L	0.5	0.5	0.5
Detergentes	mg/L	1	-	1
Surfactantes	mg/L	7	-	7
Microbiológicos				
Coliformes (total)	CFU/100ml	1,000	-	1000

Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Los parámetros de muestreo para los ***puntos de descargas*** son:

- De campo: pH, temperatura, conductividad específica, turbiedad
- Físicos: total de sólidos disueltos (TDS), Total de sólidos suspendidos (TSS)
- Cloro: residual
- Biológicos: coliformes totales, coliformes fecales, E. *coli*, DBO, COD
- Nutrientes: nitrato, nitrito, amoniaco, nitrógeno y fósforo total
- Iones comunes: SO_4, Cl_2, Mg, Ca, K, Na, F, S
- Orgánicos: aceite y grasa
- Cianuro: total
- Metales totales: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn

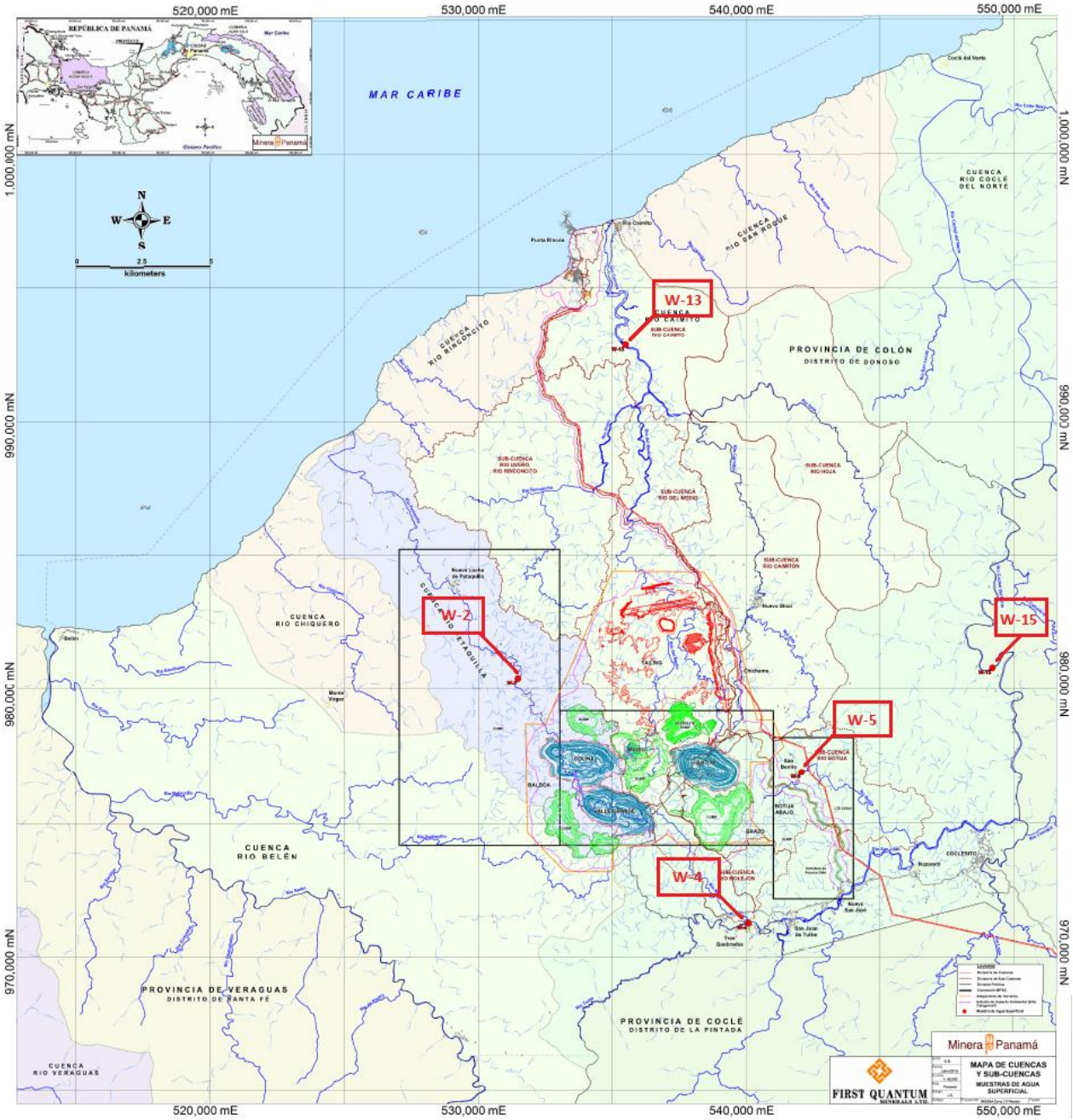
Las regulaciones de Panamá especifican la frecuencia de los muestreos basada en el volumen de la descarga y qué constituyentes están siendo descargados. El protocolo más estricto exige que se lleven a cabo muestreos 5 veces al mes, que resulta ser una vez cada 6 días. Para descargas continuas, el reglamento también especifica que debe ser una muestra compuesta de por los menos 4 sub-muestras que se recolectan a diferentes horas en un periodo de 24 horas. En este momento, solamente existe una ubicación designada para descargas, que se encuentra debajo del TMF en el Río Caimito. Otras potenciales descargas provienen de las instalaciones de almacenamiento de desechos de roca, desagüe del tajo y otras aguas que han estado en contacto con las instalaciones de la mina que serán recolectadas y enviadas al TMF para procesamiento a través del molino o por descarga.

Además de los sitios de monitoreo de descargas, existen compromisos del EsIA para el monitoreo de la calidad del agua (es decir, calidad del agua ambiental) aguas abajo de las operaciones. Esto también es una expectativa de ANAM como parte de las auditorías de CODESA. Como regla general, CODESA ha indicado que les gustaría comparar datos (por ejemplo, de aire, suelo, agua, biológicos) colectados durante la fase de construcción para las condiciones de la línea base. Con esto en mente, la colección de datos cerca de los frentes de construcción activos no es efectiva, ya que actualmente estas ubicaciones generalmente se encuentran dentro de la huella de la mina/puerto y no estarán disponibles para el análisis de tendencias a largo plazo. MPSA establecerá ubicaciones clave para el muestreo en cada uno de las cuencas que pueden ser impactadas en la fase de construcción y la fase de operaciones y supervisará esas ubicaciones durante las auditorias. La lista de los sitios se indica a continuación:

- Río Petaquilla: W-2
- Río Caimito: W-13
- Coclé del Norte: W-4 (Río Molejones), W-5 (Río Botija), W-15 (Coclé del Norte)

Los sitios W-2 y W-13 se encuentran en los ríos en una ubicación fuera de la influencia directa de las actividades de MPSA pero sirven como puntos de comparación consistente para evaluar si los controles operativos y las medidas de mitigación están protegiendo a los ríos aguas abajo de la mina. En Coclé del Norte es más complicado debido a la presencia de las operaciones de Petaquilla Gold. El sitio W-4 está ubicado debajo de Petaquilla Gold para monitorear cambios potenciales debido a sus operaciones, mientras que el sitio W-5 está ubicado en un drenaje separado que no está influenciado por Petaquilla Gold, pero puede estar influenciado por MPSA. En la ubicación final, W-15 se monitorea la condición del río después de la confluencia de los afluentes que forman Coclé del Norte. Estos tres puntos permitirán hacer una caracterización de la fuente de los diferentes constituyentes en esta cuenca. Todos los puntos sugeridos fueron parte de la caracterización de la línea base inicial. Estas ubicaciones se muestran en la Figura 4.1.1.1.

Figura 4.1.1.1: Ubicaciones para el cumplimiento del monitoreo de agua superficial ambiental



La selección final de los sitios para el monitoreo permanente de la calidad ambiental del agua superficial deberá ser determinada por medio de discusiones con ANAM. Como se expuso en la Sección 4.2, se deberán hacer mediciones de la cantidad del agua superficial en las mismas ubicaciones.

ANAM también espera que se hagan muestreos de las descargas de las pozas de sedimentación en sitio puerto. Esto incluye cinco ubicaciones, que son:

- Poza 1 (estación E-19)
- Poza 4 (estación E-18)
- Poza 6 (quebrada #5)
- Poza 7 (quebrada #4)
- Poza 8 (quebrada #3)
- Poza 9

Todas estas son ubicaciones de agua dulce que se encuentran justo debajo del agua liberada de los estanques de control de sedimentos. Para estas ubicaciones y para las cinco ubicaciones en las corrientes (un total de 10 sitios), el muestreo se llevará a cabo trimestralmente. Los parámetros para las ubicaciones de ***muestreo de agua ambiental*** son:

- De campo: pH, temperatura, conductividad específica, turbiedad
- Físicos: total de sólidos disueltos (TDS), Total de Sólidos Suspendidos (TSS)
- Alcalinidad: Total
- Biológicos: coliformes totales, coliformes fecales, *E. coli*, DBO, COD
- Nutrientes: nitrato+ nitrito y fósforo total
- Iones comunes: SO_4, Cl_2, Mg, Ca, K
- Orgánicos: aceite y grasa
- Cianuro: total
- Metales totales: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn

Si los valores de metales totales se elevan al igual que los de TSS, se analizarán también los metales disueltos para evaluar qué proporción de metal está asociado con las partículas de agua en comparación con las concentraciones disueltas.

Equipo Requerido

La normativa DGNTI-COPANIT-35-2000 también incluye requisitos específicos para la colecta, preservación y análisis de las muestras. Durante la toma de las muestras, se procura seguir los procedimientos apropiados de recolección dependiendo del tipo de parámetro a analizar.

Los materiales y equipos utilizados durante la actividad se describen a continuación:

- Sonda multiparamétrica tipo YSI (o similar).
- Guantes de nitrilo
- Agua destilada

- Botellas plásticas y de vidrio: según el tipo de análisis
- Neveras
- Preservantes: según se requiera por botella y por parámetro a analizar.

Como parte de las políticas y exigencias del Proyecto Cobre Panamá, el personal debe emplear según corresponda el equipo de protección apropiado (lentes, guantes, máscaras, entre otros). Será necesario tener en cuenta y cumplir con los protocolos de seguridad, ya que por ejemplo los accesos a ciertos puntos de muestreo pueden encontrarse por encima del nivel del cuerpo de agua a monitorear (trabajo de altura).

Manejo de Datos, QA/QC e Informes

Las regulaciones exigen que los informes para ANAM se preparen sobre una base trimestral. Los informes presentarán los datos y un análisis de cumplimiento con los criterios especificados.

Si se excedieran los criterios, se debe entregar información adicional de las acciones correctivas implementadas para lograr el cumplimiento. El QA/QC incluirá como mínimo el análisis de un duplicado de muestra y una muestra control por cada 10 muestras colectadas. Todos los datos serán introducidos en la base de datos de medio ambiente, se entregará un resumen de resultados en forma trimestral y un informe ambiental al año.

4.1.2 Monitoreo Operativo

El monitoreo operativo se define como el seguimiento que se lleva a cabo para las decisiones de gestión interna. Cuando el proyecto aún se encuentre en la fase de construcción, se necesitará completar el desarrollo del programa de monitoreo operativo a medida que el proyecto se acerque a la fase de operaciones.

Objetivos

Los objetivos principales del programa de monitoreo operativo para la calidad del agua superficial son:

- Verificar que las operaciones de MPSA estén administrando el agua de forma efectiva de manera que la calidad del agua en el punto final de control en cada cuenca sea de protección para la vida acuática y para el uso doméstico de agua
- Apoyar el compromiso de EsIA para la implementación de un programa de manejo de aguas para asegurar la gestión efectiva del agua en el sitio.
- Determinar el origen de las cargas (químicas, sedimentos) para cumplir con el compromiso EsIA 13189,

4.1.3 Monitoreo en la fase de construcción

El monitoreo en la fase de construcción se define como el seguimiento que se lleva a cabo de forma interna y está enfocado en el control de sedimentos durante los principales trabajos de

movimiento de tierra que se requieren para la construcción de las instalaciones de la mina y del puerto.

Objetivos

Los principales objetivos del monitoreo en la fase de construcción son:

- Verificar que los controles de erosión y de sedimentos sean efectivo limitando la concentración de TSS (y de turbiedad) que llega a los ríos
- Brindar datos de monitoreo al equipo de construcción de manera que las áreas con fallas puedan ser identificadas y que las acciones correctivas sean implementadas
- Llevar a cabo monitoreos de rutina para evaluar si existen sitios donde puedan darse drenajes de roca ácida (ARD, *por sus siglas en inglés*)
- Determinar el origen de las cargas (químicas, sedimentos) para cumplir con el compromiso EsIA 13189,

Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

En general, el monitoreo durante la fase de construcción se puede llevar a cabo utilizando solamente mediciones de campo de:

- Turbidez
- pH
- Conductividad eléctrica
- Oxígeno disuelto
- Temperatura

La turbidez está fuertemente correlacionada con las concentraciones de TSS, se colectará por lo menos una muestra por semana para confirmar la correlación entre la turbidez medida de campo y las concentraciones de TSS medidas en el laboratorio en Penonomé. Las disminuciones del pH y el aumento de la conductividad eléctrica son buenos indicadores si se empiezan a dar drenajes

de roca ácida (ARD, *por sus siglas en inglés*). Los parámetros de campo deben ser monitoreados en ubicaciones clave (por ejemplo, descargas de las estructuras de control de sedimentos) por lo menos semanalmente.

Además de los parámetros de campo, el monitoreo en la fase de construcción incluirán un muestreo mensual donde también se analizará lo siguiente:

- TSS
- SO_4
- Metales: solamente Al, Fe, Mn, Se (totales y disueltos)

Esta lista reducida de parámetros ha sido seleccionada como un indicador del potencial de generación de ARD.

Además del monitoreo de campo, hay un programa en ejecución de monitoreo continuo de flujo y turbidez en cinco ubicaciones (actualmente hay cuatro funcionando ya que una está inhabilitada producto de la minería a baja escala - minería artesanal). Estas ubicaciones se indican en la Tabla 2.2.2 y también se discuten a fondo en la Sección 4.2.3.

Equipo Requerido

Durante la colección de muestras de agua superficial se requieren los siguientes equipos y materiales:

- Sonda multiparamétrica Marca: YSI; Modelo: 600 QS (o similar)
- Medidor de turbidez
- Guantes de nitrilo
- Botellas plásticas o de vidrio según el tipo de análisis.
- Preservantes según corresponda por botella y por parámetro a analizar.
- Neveras

Manejo de Datos, QA/QC e Informes

Los datos serán solamente para uso interno. Es responsabilidad del grupo de medio ambiente la de comunicar los resultados y avisar a los supervisores de construcción cuando el monitoreo demuestre áreas que necesiten acciones correctivas. Además, se entregarán resúmenes a la gerencia a través de los informes mensuales de medio ambiente.

4.1.4 Monitoreos de las descargas de tratamiento de aguas residuales

Verificar la eficiencia de las plantas de tratamiento instaladas en los campamentos con la finalidad de minimizar y/o remover elementos contaminantes generados a partir de las actividades de tipo doméstico considerandos en la normativa DGNTI-COPANIT 35-2000 según el CIIU 63100 referido a restaurantes, bares, refresquerías y cantinas así como hoteles, campamentos y otros tipos de hospedajes.

Objetivos

Los objetivos específicos para el monitoreo de descargas de las plantas de tratamiento de aguas residuales son:

- Colectar muestras de tipo puntual en los sitios descritos en las siguientes tablas para llevar a cabo análisis microbiológicos tales como: Conteo de coliformes totales, conteo de coliformes fecales.
- Tomar muestras de tipo puntual en los sitios descritos a continuación para realizar análisis de parámetros biológicos: Demanda biológica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO), relación DQO/DBO_5.
- Colectar muestras de tipo puntual en los sitios descritos en las tablas que se muestran a continuación para realizar las siguientes mediciones fisicoquímicas: Nitrógeno total, fósforo total, nitratos, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos, sólidos totales.

- Verificación de parámetros *in situ* pH, turbiedad, conductividad eléctrica, temperatura empleando la sonda multiparamétrica
- Comparar los valores medidos en las muestras colectadas con respecto a los valores estipulados por el Proyecto.
- Cumplir con los compromisos EsIA, especialmente en lo relacionado con nitrato, amoniaco y coliformes

Criterios

Como se expuso en la Sección 4.1.1, Panamá cuenta con criterios para descargas directas de agua, incluyendo las de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Además de estas regulaciones panameñas, los criterios de diseño del Proyecto incluyen los criterios indicados en la Tabla 4.1.4.1, los cuales están basados en las directrices de la IFC.

Tabla 4.1.4.1: Criterios EDC para las descargas del tratamiento de aguas residuales

Parámetro	Unidades	Directrices Generales IFC HSE	Criterios de Diseño del Proyecto
pH	pH	6 – 9	6 – 9
Demanda de Oxígeno Bioquímico (DBO5)	mg/l	30	30
Demanda de Oxígeno Químico (COD)	mg/l	125	125
Nitrógeno total	mg/l	10	10
Fósforo total	mg/l	2	2
Aceite y grasa	mg/l	10	10
Total de sólidos en suspensión (TSS)	mg/l	50	50
Total de coliformes	MPN / 100	400	400

Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Las ubicaciones actuales (desde marzo del 2014) de las plantas de tratamiento de aguas residuales se muestran en la Figura 4.1.4.1. Las plantas están ubicadas en los siguientes campamentos:

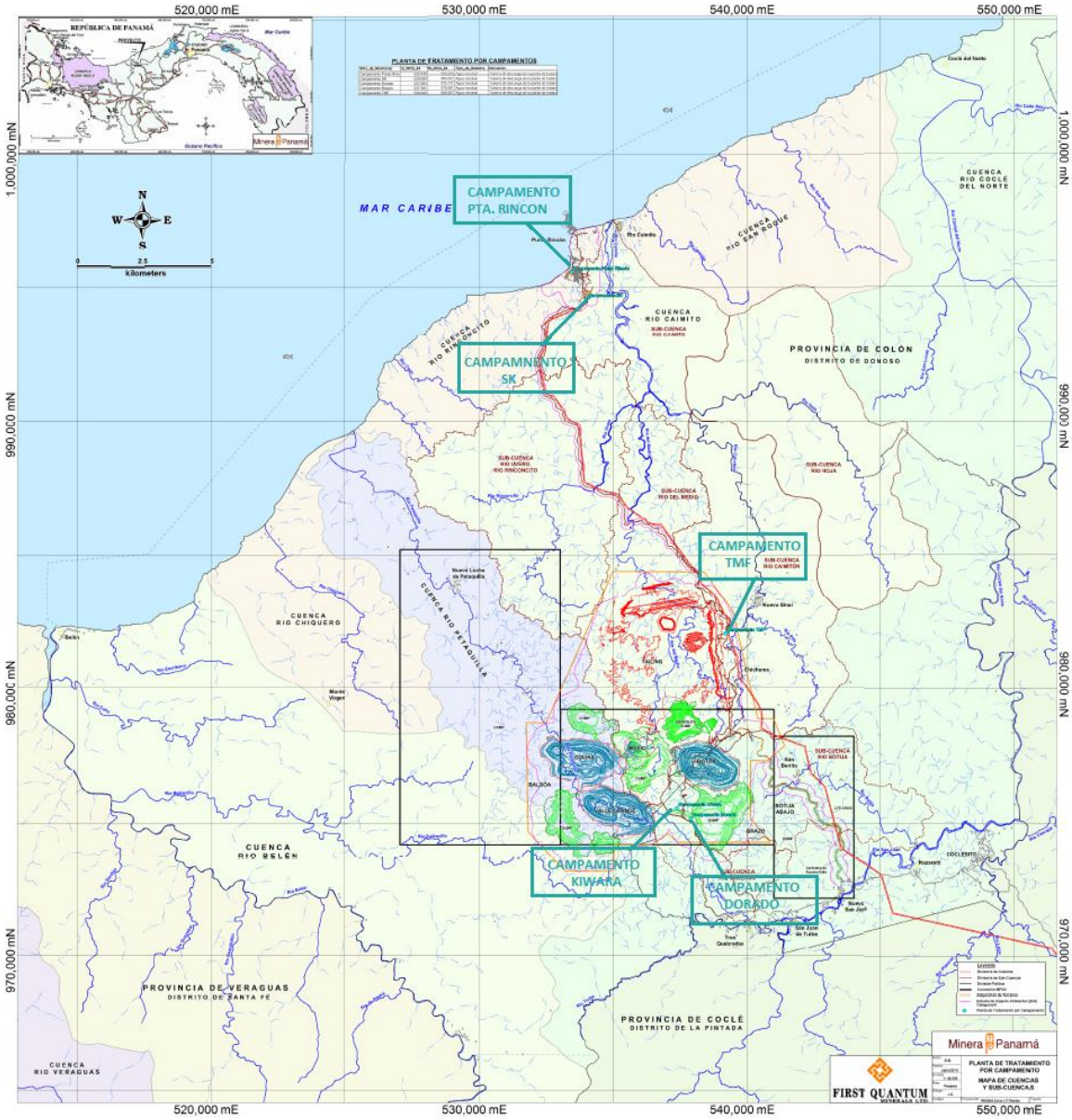
- Punta Rincón
- SK
- Dorado
- Kiwara
- TMF

Será necesario actualizar las ubicaciones de muestreo conforme el Proyecto pase de la fase de construcción a la de operaciones.
Los parámetros de muestreo son los siguientes:

- De campo: pH, temperatura, conductividad eléctrica, turbidez
- Físicos: total de sólidos disueltos (TDS), total de solidos suspendidos TSS
- Cloro: residual
- Biológicos: coliformes totales, coliformes fecales, E. *coli*
- Nutrientes: nitrato, nitrito, amoniaco, nitrógeno total y fósforo total
- Iones comunes: SO_4, Cl_2, Mg, Ca, K, Na, F, S
- Orgánicos: aceite y grasa
- Cianuro: total
- Metales totales: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn

Las regulaciones de Panamá especifican la frecuencia de los muestreos basada en el volumen de descarga y los constituyentes que están siendo descargados. El protocolo más estricto exige que se lleven a cabo muestreos 5 veces al mes, que resulta ser una vez cada 6 días. Para descargas

Figura 4.1.4.1: Ubicaciones de las plantas de tratamiento de aguas residuales



continuas, el reglamento también especifica que debe ser una muestra compuesta de por los menos 4 sub-muestras que se recolectan a diferentes horas en un periodo de 24 horas. Los coliformes, nitratos y amoniaco serán analizados semanalmente (compromiso EsIA 13187).

Equipo Requerido

Los requerimientos del equipo son los mismos que los descritos en la Sección 4.1.1.

Manejo de Datos, QA/QC, e Informes

No hay requisitos específicos para los informes en las regulaciones, pero los informes serán preparados para ANAM, al menos, trimestralmente. Si se excedieron los criterios, se deberá brindar información adicional de las acciones correctivas implementadas para lograr el cumplimiento. El QA/QC incluirá como mínimo un análisis de un duplicado de campo. Todos los datos serán introducidos en la base de datos de medio ambiente y se procura elaborar informes trimestrales.

4.1.5 Monitoreo del agua de la comunidad

MPSA ha establecido un programa independiente para evaluar la calidad del agua superficial con la participación de las comunidades cercanas a las rutas de acceso y al sitio del Proyecto. El programa inicialmente se desarrolló con CATHALAC. Sin embargo, a partir del 2014, el programa está siendo ejecutado bajo la supervisión de Avanzar, quien ha presentado un plan para la transición del programa a la autosuficiencia durante un periodo de 18 meses.

Objetivos

Los objetivos principales del programa son:

- Brindar la oportunidad a las comunidades para entender mejor el proyecto y las medidas de mitigación que MPSA está implementando para proteger el medio ambiente.

- Brindar la oportunidad a las comunidades cercanas al proyecto para supervisar si los controles de MPSA están protegiendo los ríos que rodean el proyecto.
- Participación de las comunidades en capacitaciones de modo que puedan desarrollar un mayor aprendizaje sobre los recursos hídricos, la calidad del agua y los análisis de laboratorio.

Criterios

Los resultados de los muestreos serán comparados con los límites legales de las descargas (véase la Tabla 4.1.1.1) y para encontrar tendencias a lo largo del tiempo.

Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Las comunidades específicas involucradas en el programa podrían cambiar a través del tiempo debido a los cambios de intensidad en las actividades del proyecto (por ejemplo, después de la fase de construcción, hay menos potencial de impacto a lo largo de la ruta de acceso de Llano Grande). El programa para el 2014 incluye muestreos del agua para la comunidad a lo largo de las rutas de acceso (Molejón, Cascajal, Ranchería, y Llano Grande) y de las comunidades cercanas a los sitios de la mina y del puerto (San Benito, Coclesito, Nazareno, Nuevo San José, Río Caimito, San Juan de Turbe, and Los Molejones). Las ubicaciones de las comunidades se muestran en la Figura 4.1.5.1.

Se harán muestreos de agua para cada una de las 11 comunidades dos veces al año, y los muestreos se llevarán a cabo sobre una base trimestral (se tomarán muestras en cinco o seis comunidades cada trimestre, de manera que en el transcurso de un año, se habrá tomado una muestra en cada comunidad dos veces). La comunicación de los resultados y desarrollo de las capacidades de los participantes también se incluyen en el plan.

Todavía se deben definir los parámetros conjuntamente con las comunidades, pero es probable que sean: parámetros de campo (pH, temperatura, conductividad específica y oxígeno disuelto),

sólidos (totales en suspensión y disueltos), nutrientes (NO_3 + NO_2, NH_3, PO_4), iones comunes (SO_4, Cl_2, Mg, Ca, K, Na), alcalinidad total, aceite + grasa, cianuro total, y metales disueltos (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, Zn)

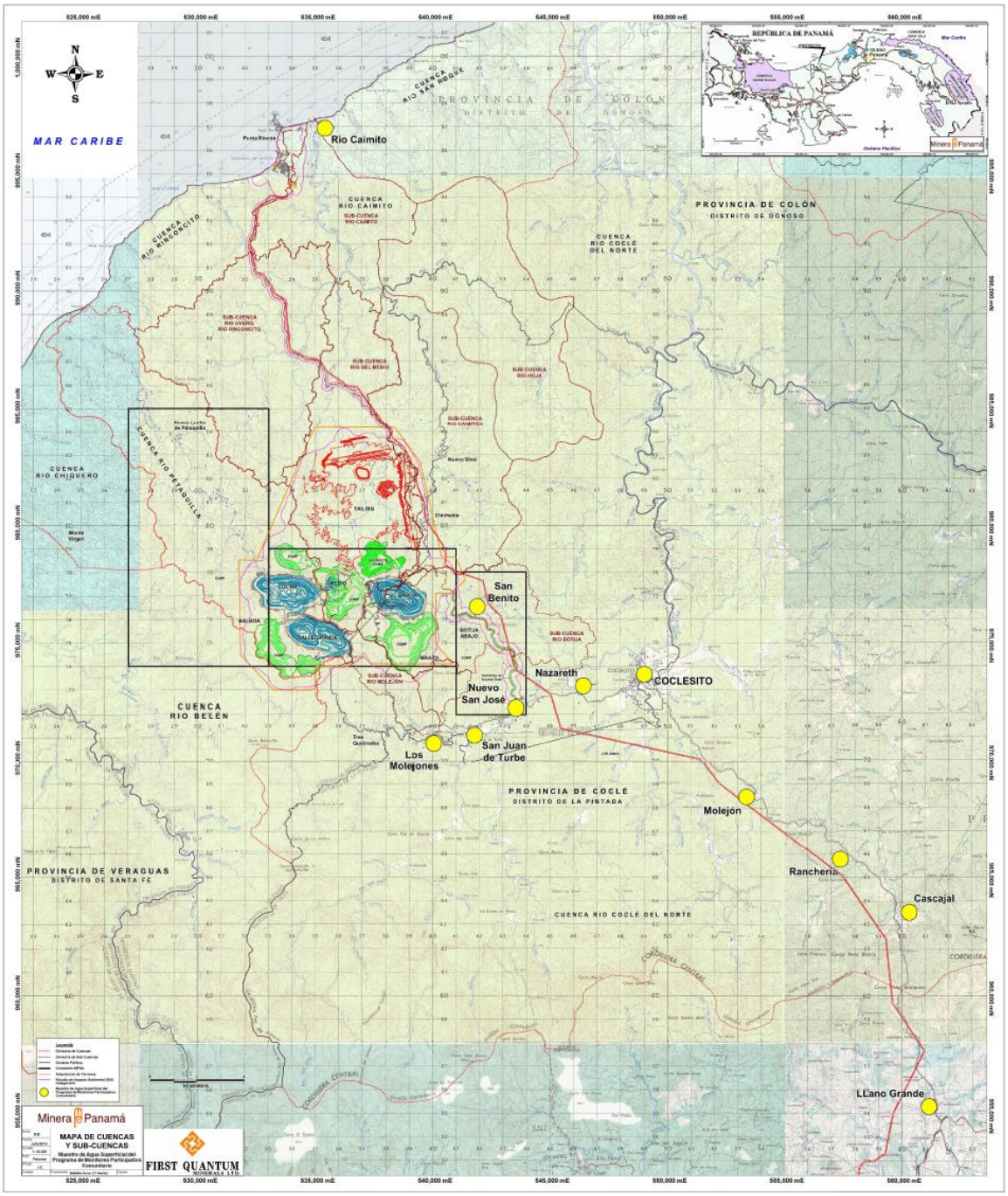
Equipo requerido

Como el muestreo no es responsabilidad directa de MPSA, no se tienen requisitos para el equipo, sin embargo MPSA se ha aceptado apoyar con la logística del programa.

Manejo de Datos, QA/QC, e Informes

Los datos recopilados por las comunidades deberán ser incluidos en la base de datos ambiental e incluirse como parte de los informes trimestrales y anuales de medio ambiente

Figura 4.1.5.1: Ubicaciones de las comunidades del Programa Monitoreo Participativo Comunitario



4.1.6 Monitoreo de agua potable

Objetivo

El objetivo del monitoreo de agua potable es asegurar la calidad del agua de las plantas de tratamiento de agua potable para los trabajadores del sitio.

Criterios

Las regulaciones de Panamá para la calidad del agua potable, están en DGNT-COPANIT 23-395-99 (1999). Los criterios del diseño ambiental del Proyecto han considerado dichos requisitos al igual que las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (WHO *por sus siglas en inglés*) para establecer criterios de diseño para el funcionamiento de las plantas de tratamiento de agua potable. Los criterios se indican en la Tabla 4.1.6.1.

Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Se harán muestreos del agua en las salidas de cada una de las plantas de agua potable que operen en el Proyecto Cobre Panamá así como también en la red de distribución y fuentes de abastecimiento de las mismas. La Tabla 4.1.6.2 indica las ubicaciones a partir de mayo del 2013.

Los parámetros de muestreo son los establecidos en la DGNT-COPANIT 23-395-99 (1999)

La frecuencia mínima de muestreo para los parámetros biológicos (coliformes), cloro libre, parámetros de campo y aquellos establecidos en la DGNT-COPANIT 23-395-99 (1999) serán determinados en conjunto con el personal del departamento de calidad de agua del MINSA (Regional Colón)

Tabla 4.1.6.1: Criterios de calidad del agua potable

Parámetro	Unidad	DGNTI-COPANIT 23-395-99	WHO (2006)	Criterios de Diseño del Proyecto
Bromo	mg/L		0.01	**0.01**
Cadmio	mg/L	0.003	0.003	**0.003**
Cianuro	mg/L	0.001		**0.001**
Cloro	mg/L	250		**250**
Cloro Residual	mg/L	0.8-1.5	0.2 – 0.5	**0.2 – 0.5**
Cromo, total	mg/L	0.05	0.05	**0.05**
Cobre	mg/L	1	2	**1**
Dureza total	mg/L	100		**100**
Fluoruros	mg/L	1	1.5	**1**
Hiero	mg/L	0.3		**0.3**
Plomo	mg/L	0.01	0.01	**0.01**
Manganeso	mg/L	0.1		**0.1**
Mercurio	mg/L	0.001	0.006	**0.001**
Molibdeno	mg/L	0.07		**0.07**
Niquel	mg/L	0.02	0.07	**0.02**
Plata	mg/L	0.05		**0.05**
Selenio	mg/L	0.01	0.04	**0.01**
Sodio	mg/L	200	50	**50**
Nitratos	mg/L	10	50	**10**
Nitritos	mg/L	1	3	**1**
pH	s.u.	6.5-8.5		**6.5-8.5**
Total de sólidos disueltos	mg/L	500		**500**
Color	TCU	15		**15**
Turbiedad	NTU	1		**1**
Sulfatos	mg/L	250		**250**
Zinc	mg/L	5	3	**3**
Escherichiacoli	CFU /100 mL	0		**0**
Coliformes Fecales	CFU /100 mL	0		**0**
Coliformes Totales	CFU /100 mL	0		**0**

Tabla 4.1.6.2: Puntos de muestreo para el monitoreo de agua potable

Campamento	Punto de monitoreo(ID)	Coordenadas geográficas	Punto de referencia
Colina	Agua para la ducha - Colina	537028 976403	Grifo para el lavamanos del área de las duchas de varones próximo a la barraca 10 Campamento Colina
	Agua para las duchas - Colina2	537162 976354	Grifo de un lavamanos del baño de caballeros de la barraca 32 y 33 Colina
MPSA	Agua duchas - MPSA	537693 976005	Grifo externa de los baños (área de inodoros) para caballeros en MPSA
Helipuerto	Agua Potable - HP	537057 976727	Grifo en la parte externa de la cocina del Helipuerto de Colina.
Valle Grande	Agua Potable - VG	536382 975673	Grifo de la ducha del campamento valle grande
	Agua Potable - VG	536184 975537	Grifo de lavamanos del baño de varones cercano a las oficinas de valle grande
	Pozo VG	536205 975523	Toma de agua cruda Pozo detrás de las oficinas de valle grande
Campamento SK	Agua potable SK-PR	533981 994715	Grifo en el comedor de campamento SK
	Tanque ALM-Cruda-SK-PR	534091 994568	Punto de Muestreo ubicado en la parte de atrás de los dos tanques de reserva de agua cruda de la Planta de Tratamiento de agua Potable detrás del campamento SK
	Salida PTAP-SK-PR	534070 994578	Punto de muestreo a un costado de la Planta de Tratamiento de agua potable SK.
	Pozo 01-SK-PR	534175 994627	Punto de Muestreo en el Pozo 1 (norte mirando al mar) al este de campamento SK cerca del generador principal del campamento.
	Pozo 02 -SK-PR	533851 994812	Punto de muestreo en el Pozo 2 frente a la entrada del campamento SK, camino a la costa.
	Pozo 08- SK-PR	533877 994656	Punto de muestreo en el Pozo 8 a un costado del campamento SK frente al comedor en el camino a la costa.
Campamento Punta Rincón	Pozo01-GAP-PR	995424 533328	Toma de agua cruda pozo 01. Cercano a la Poza 9, lado donde se encuentra la PTAP
	Pozo02-GAP-PR	995494 533421	Toma de agua cruda pozo 02. Parte trasera de campamento Gap (cocina) entre pozo 1 y 3

	Pozo04-GAP-PR	995458 533380	Toma de agua cruda pozo 04. Frente a las oficinas administrativas de Punta Rincónn
	Pozo06-GAP-PR	533586 995599	Toma de agua cruda pozo 06. Caseta que se encuentra en el talud arriba de la poza de sedimentación 7.
	Tanque ALM-Cruda-GAP-PR	533337 995401	Ubicad a un lado de la PTAP próximo a la poza de sedimentación 9
	Salida PTAP 1-GAP-PR	533338 995407	Ubicado al lado de la poza 9, PTAP a la izquierda de los TALM
	Salida- PTAP 2-GAP-PR	533335 995400	Ubicado al lado de la poza 9, PTAP a la derecha de los TALM
	Agua Potable-GAP-PR	533359 995480	Grifo ubicado en la lavandería del campamento Punta Rincón.
Campamento Dorado	Agua Potable-Comedor 500MC	537933 975077	Grifo dentro de la cocina, área de lavaplatos del campamento Dorado
	Tanque ALM-Cruda-Dorado	537894 975121	Tanque de almacenamiento de agua cruda, cercano al generador del campamento.
	Agua Potable-Duchas 500MC	538042 974994	Grifo de un lavamanos del baño de caballeros del edificio 701
	PTAP-500MC-Bomba	537894 975141	Válvula en la salida de la Planta de Tratamiento de agua potable de campamento Dorado
	Pozo Cusa 05-Dorado	537841 975222	Toma de agua cruda Pozo cercano al botadero 500
	Pozo Cusa-Dorado	537727 975105	Toma de agua cruda. Caseta en la vía frente al campamento Dorado
	Garita 01-Dorado	538093 974727	Toma de agua Cruda pozo Garita 1
	Garita 02-Dorado	538076 974785	Toma de agua Cruda pozo Garita 2
Campamento Kiwara	Agua Potable-Comedor 600MC	537470 975484	Grifo en la parte externa del comedor de campamento Kiwara
	Agua Potable- 600MC	537427 975500	Grifo ubicado en la parte posterior del baño de caballeros módulo T3
	PTAP-600MC-Bomba	537429 975527	Válvula en la salida de la Planta de Tratamiento de agua potable de campamento Kiwara bomba, 1 que distribuyen hacia la red, con caseta
	PTAP-600MC-Bomba 2	537420 975531	Válvula en la salida de la Planta de Tratamiento de agua potable de campamento Kiwara bomba 2, que distribuyen hacia la red, sin caseta.
	Tanque-ALM-Cruda-Kiwara	537434 975525	Tanque de almacenamiento de agua cruda, frente a la PTAR, a un costado del pozo PAD-3

	Pozo01-Kiwara	537397 975564	Pozo situado próximo a los dos tanques de reserva de 10mil galones de la parte final del campamento, cercano a la PTAR
	Pozo02-Kiwara	537520 975503	Pozo situado próximo al talud, frente al módulo A
TMF	TMF-CAMP-1-12A	539127 982164	Grifo externo del módulo 1-12A, detrás de la máquina de hielo, dormitorios tipo 1 y lavandería
	TMF-CAMP-2-63A	539109 982171	Grifo externo del módulo 2-63-A, dormitorios tipo 2, línea del comedor y cocina
	PTAP-TMFCAMP-TALM	539099 982029	Grifo de salida de los TALMs de agua tratada, para la red de distribución
	Tanque ALM-Cruda-TMF	539098 982929	Grifo de salida del TALM, agua cruda proveniente de los 3 pozos
	Pozo 07-TMF	539163 982223	orilla derecha del campamento, caseta de moradores de sinaí
	Pozo 08-TMF	539039 982122	cerca del comedor
	Pozo 09-TMF	539094 982079	Toma de agua cruda pozo p del TMF cercano a bodegas de materiales

Equipo Requerido

Los requerimientos del equipo son los mismos que se indicaron en la Sección 4.1.1.

Manejo de Datos, Control de calidad (QA/QC) e Informes

Las muestras serán colectadas por el personal del Departamento de Monitoreo Ambiental de Minera Panamá, quienes se encargaran de seguir los procedimientos descritos en las normas del Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 21-393-99-Calidad de Agua. Toma de muestras y Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 22-394-99-Calidad de agua. Toma de muestra para análisis biológicos. Los resultados de los análisis serán presentados a la gerencia de Cobre Panamá como parte de los informes mensuales de medio ambiente. Si los resultados indican que el agua no es aceptable, será informado inmediatamente al Director de Medio Ambiente. Los datos recopilados se mantendrán en la base de datos ambientales.

4.1.7 Monitoreo del agua del relleno sanitario

Objetivos

A pesar de que en sitio está planeando contar con incineradores para reducir el volumen de los desechos (véase la Sección 3), es probable que se vaya a necesitar la creación de rellenos sanitarios. El objetivo del monitoreo de los rellenos sanitarios es asegurar el cumplimiento con los criterios de Panamá e IFC.

Criterios

Panamá cuenta con regulaciones (Decreto Ejecutivo 275, 2004) para el funcionamiento de rellenos sanitarios que reciben un mínimo de 300 m^3 por día de desechos sanitarios. Se especifican en las regulaciones el monitoreo de los siguientes constituyentes en los lixiviados del relleno sanitario:

1. DBO5
2. DQO
3. PH
4. ST (Solidos totales)
5. Cromo total
6. Pb (Plomo)
7. Hg (Mercurio)
8. Ni (Niquel)
9. Cd (Cadmio)
10. Fenol
11. Grasas y aceites
12. Arsenico
13. Nitratos y Nitritos
14. Coliformes Totales

No se han establecido criterios para estos constituyentes, solamente que deben ser monitoreados y que se informe de sus niveles trimestralmente. Los criterios de diseño del Proyecto especifican los criterios para agua de lixiviado del relleno sanitario. Estos valores se muestran en la Tabla 4.1.7.1

Tabla 4.1.7.1: Criterios de lixiviados de rellenos sanitarios

		Diario	Mensual	Diario	Promedio Mensual
Parámetro	**Unidades**	**Máximo**	**Promedio**	**Máximo**	
Demanda Bioquímica de Oxígneo (BOD5)	mg/L	140	37	**140**	**37**
pH	s.u.	6-9	6-9	**6-9**	**6-9**
Total de sólidos en suspensión	mg/L	88	27	**88**	**27**
Amoniaco (como N)	mg/L	10	4.9	**10**	**4.9**
Zinc	mg/L	0.2	0.11	**0.2**	**0.11**
a-Terpineol	mg/L	0.033	0.016	**0.033**	**0.016**
Ácido Benzoico	mg/L	0.12	0.071	**0.12**	**0.071**
p-Cresol	mg/L	0.025	0.014	**0.025**	**0.014**
Fenol	mg/L	0.026	0.015	**0.026**	**0.015**

Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Los sitios de monitoreo estarán basados en la ubicación final de los rellenos sanitarios. Los muestreos se llevarán a cabo de forma trimestral.

Los parámetros para el muestreo son:

- De campo: pH, temperatura, conductividad específica, turbidez, oxígeno disuelto
- Físicos: total de sólidos disueltos (TDS), color
- Alcalinidad: total
- Biológicos: coliformes totales, DBO_5 Y COD
- Nutrientes: nitrato, nitrito
- Orgánicos: aceite y grasa
- Metales totales: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn

Equipo Requerido

Los requerimientos del equipo son los mismos que se indicaron en la Sección 4.1.1.

Manejo de Datos, QA/QC e Informes

Las muestras serán recolectadas por el personal del Departamento de Monitoreo Ambiental de Minera Panamá, quienes se encargaran de seguir los procedimientos descritos en las normas del Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 21-393-99. Calidad de Agua. Toma de muestras y Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 22-394-99.Calidad de agua. Toma de muestra para análisis biológicos. Las regulaciones de Panamá exigen informes trimestrales de los resultados de: BOD5, COD, pH, TSS, As, Cr, Pb, Hg, Ni, Cd, fenol, aceite y grasa, nitrato, nitrito y total de coliformes. Los resultados de todos los análisis se mantendrán en la base de datos ambientales al igual que los informes trimestrales e informes anuales de medio ambiente.

4.1.8 Monitoreo de aguas costero marino

Objetivos

Los objetivos principales del monitoreo del agua costero marino son:

- Verificar que los controles de operación y mitigación sean efectivos en la protección de la vida marina
- Asegurar que la descarga del agua de refrigeración cumpla con las regulaciones de Panamá y de IFC
- Cumplir con las obligaciones legales en EsIA y proveer los datos necesarios para las auditorías de ANAM/CODESA
- Apoyar el monitoreo de los Efectos Ambientales Marinos (EEM, *por sus siglas en inglés*) descritos en la Sección 8.5.1.

Criterios

Panamá tiene criterios específicos para las descargas a los cursos de agua que se incluyen en DGNTI-COPANIT 35-2000 (Ministerio de Comercio e Industrias 2000). Además, el Proyecto se ha comprometido con los criterios IFC. Ambos criterios, al igual que los Criterios del Proyecto se indican en la Tabla 4.1.8.1

Tabla 4.1.8.1: Criterios legales para las descargas marinas

Marina	Unidades	Regulaciones de Panamá Descarga de efluentes a Aguas Superficiales o Subterráneas	IFC Planta de Energía Térmica	Criterios del Proyecto
Físico-químicas				
pH	s.u.	5.5 - 9	6 - 9	6 - 9
Demanda biológica de oxígeno	mg/L	35		35
Demanda química de oxígeno	mg/L	100		100
Total de sólidos en suspensión	mg/L	35	50	35
Sólidos sedimentables	mg/L	15		15
Turbiedad	NTU	30		30
Temperatura	°C	más o menos 3		más o menos 3
Iones Principales				
Sulfuro	mg/L	1		1
Cloro-residual	mg/L	1.5	0.2	0.2
Fluoruro	mg/L	1.5		1.5
Cianuro (total)	mg/L	0.2		0.2
Sulfato	mg/L	1,000		1,000
Metales (total)				
Aluminio	mg/L	5		
Arsénico	mg/L	0.5	0.5	0.5
Boro	mg/L	0.75		0.75
Cadmio	mg/L	0.01	0.1	0.01
Cromo (VI)	mg/L	0.05		0.05
Cromo (total)	mg/L	5	0.5	0.5
Cobre	mg/L	1	0.5	0.5
Hiero (total)	mg/L	5	1	1
Plomo	mg/L	0.05	0.5	0.05
Manganeso	mg/L	0.3		0.3
Mercurio	mg/L	0.001	0.005	0.001
Molibdeno	mg/L	2.5		2.5
Niquel	mg/L	0.2		0.2
Selenio	mg/L	0.01		0.01
Zinc	mg/L	3	1	1
Nutrientes				
Nitrato-N	mg/L	6		6
Amoniaco-N	mg/L	3		3
Nitrógeno-N (total)	mg/L	10		10
Fósforo	mg/L	5		5
		Orgánicos		
Aceite y grasa	mg/L	20	10	10
Hidrocarburos (total)	mg/L	5		5
Fenoles	mg/L	0.5		0.5
Detergentes	mg/L	1		1
Tensoactivos	mg/L	7		7
Microbiológicos				
Coliformes (total)	CFU/100ml	1,000		1,000

En la actualidad, en Panamá no existen criterios para las aguas marinas (criterios ambientales). El plan deberá ser actualizado una vez que los criterios ambientales para aguas marinas sean establecidos.

Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Una vez que la planta de energía esté construida y en operación, será necesario supervisar la descarga del agua de refrigeración al océano. Además de hacerlo para las descargas, se necesitará llevar a cabo muestreos de la calidad ambiental del agua. El programa actual establece colectar muestras en las ubicaciones indicadas en la Tabla 4.1.8.2:

Tabla 4.1.8.2: Puntos de monitoreo Marino Costero

Estación de Monitoreo	Proyecto	Ubicación	Coordenadas UTM WGS 84	
Cocle-E1	Monitoreo Marino Costero	200m antes de la desembocadura	547009	1003110
Caimito-E3	Monitoreo Marino Costero	200m antes de la desembocadura	534997	997355
Caimito-E4	Monitoreo Marino Costero	Zona intermareal	534871	997981
Punta Rincón-E7	Monitoreo Marino Costero	Frente al muelle	533095	996137
Punta Rincón-E8	Monitoreo Marino _Costero	200m N del muelle	533049	996196
Punta Rincón-E9	Monitoreo Marino Costero	200m O del muelle	533068	995947
Punta Rincón-E10	Monitoreo Marino Costero	400m O del muelle	532295	0995729

En estas ubicaciones, los muestreos se llevan a cabo a una profundidad media utilizando un muestreador Niskin ya que la profundidad del agua es menor de 6m. A excepción del sitio E-1, la cual tiene una profundidad de 11m, de manera que se colectan muestras a una profundidad de 2m y 9m.

Los parámetros para el muestreo en el desagüe (descarga) del agua de refrigeración de la planta de energía térmica son:

- De campo: pH, temperatura, conductividad específica, turbidez

- Físicos: total de sólidos disueltos (TDS), TSS
- Cloro: residual
- Biológicos: coliformes totales, coliformes fecales, *E. coli*, DBO, COD
- Nutrientes: nitrato, nitrito, amoniaco, y total de nitrógeno y fósforo
- Iones comunes: SO_4, Cl_2, Mg, Ca, K, Na, F, S
- Orgánicos: aceite y grasa
- Cianuro: total
- Metales totales: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn

Se espera que el monitoreo en la descarga deba llevarse a cabo por lo menos un vez al mes, una vez que la planta esté en funcionamiento.

En los sitios de monitoreo ***ambiental*** de agua marina, la lista de parámetros es:

- De campo: pH, temperatura, conductividad específica, turbidez
- Físicos: total de sólidos disueltos (TDS), TSS
- Cloro: residual
- Biológicos: coliformes totales, coliformes fecales, *E. coli*, DBO, COD
- Nutrientes: nitrato, nitrito, amoniaco, y total de nitrógeno y fósforo
- Iones comunes: SO_4, Cl_2, Mg, Ca, K, Na, F, S
- Orgánicos: aceite y grasa
- Cianuro: total
- Metales totales: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn

El muestreo en las ubicaciones de monitoreo ambiental se llevará a cabo de forma trimestral.

Equipo Requerido

El equipo requerido para el monitoreo marino incluye:

- Sonda multiparamétrica
- GPS
- Pala
- Botellas colectoras 227ml, 500ml, 1L
- Guantes de látex
- Neveras portátiles
- Preservantes: según se requiera por botella y por parámetro a analizar.

Para recolectar muestras de agua a profundidad, se utiliza un muestreador Niskin o un equipo similar.

Manejo de Datos, QA/QC e Informes

Las regulaciones exigen que los informes para el monitoreo de descargas de efluentes sean preparados para ANAM de forma trimestral. Los informes deben presentar los datos y un análisis de cumplimento con los criterios especificados. Si se excedieran los criterios, se debe entregar información adicional de las medidas correctivas implementadas para lograr el cumplimento. El QA/QC incluirá como mínimo un análisis de un duplicado de campo y una muestra control por cada 10 muestras colectadas. Todos los datos serán introducidos en la base de datos de medio ambiente, se entregará un resumen de resultados en forma trimestral y un informe ambiental al año.

Se llevarán a cabo monitoreos adicionales de agua marina como parte del programa EEM marino (se describe en la Sección 8.5.1) y deberá discutirse también en el contexto de los reportes trimestrales y anual.

4.2 Cantidad de Agua

El desarrollo del proyecto dará como resultado cambios en los hidrogramas de rios, especialmente en el Río Caimito, menores cambios en las cuencas de Petaquilla y Coclé del Norte. La hidrología será directamente impactada por las alteraciones en la superficie de las áreas de captación por la creación del TMF, del almacenamiento de roca residual y del tajo. El plan de manejo de agua para el sitio, el cual especifica la recolección y transferencia del agua de contacto con la mina (por ejemplo, la infiltración y escurrimiento de la roca residual y del TMF) hacia el TMF da como resultado la transferencia de agua de la cuenca de Petaquilla y Coclé del Norte hacia la cuenca de Caimito, y por tanto en una alteración de la hidrología.

4.2.1 Objetivos

Los objetivos de la medición de la cantidad de agua superficial son:

- Cumplir con los compromisos de EsIA para el monitoreo de flujos de las corrientes de agua superficial
- Evaluar los cambios en la hidrología de los drenajes en los tres ríos que rodean Cobre Panamá
- Mantener datos que puedan ser utilizados como apoyo para ingeniería y para el desarrollo del plan de cierre de gestión de agua.
- Proveer datos que puedan ser utilizados para calibrar modelos para el balance del agua en todo el sitio

4.2.2 Criterios

En Panamá no existen criterios legales para la cantidad de agua. EsIA incluye un compromiso de regresar a las condiciones hidrológicas ‘pre-minería’ al cierre de la mina.

4.2.3 Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Se ha llevado a cabo aforos del caudal en las cinco estaciones permanentes instaladas por WET. Vale mencionar que la estación de Petaquilla fue destruida en el 2013 y que recientemente fue vandalizada la estación de molejón arriba quedando fuera de servicio a partir de Mayo 2014 por lo que las estaciones que se mantienen operativas son:

- San Benito (Río Botija)
- Puente Molejón (Río Molejón)
- Río del Medio

En cada una de ellas, se desarrolló una curva inicial de descarga de manera que el nivel del río pueda ser utilizado para derivar un valor de flujo. Con el fin de que las medidas del nivel puedan ser utilizadas de manera efectiva para derivar flujos reales de la corriente, la curva de descarga debe ser re-desarrollada sobre una base anual. Se ha propuesto que el River Surveyor (Aforador Computarizado de Caudal) pueda ser utilizado para completar dicho trabajo.

El parámetro para la medición de la cantidad de agua superficial es flujo en metros cúbicos por segundo (m^3/s). La frecuencia de la medición es continua en la estaciones WET.

4.2.4 Equipo Requerido

El equipo utilizado en las estaciones WET para el aforo del caudal es un radar para medir el nivel del río que a su vez, está vinculado vía telemetría satelital al sistema de gestión de datos NovaStar. Como se expuso anteriormente, también se ha propuesto que el River Surveyor (propiedad de MPSA), sea utilizado para validar las curvas de descarga en estos lugares.

4.2.5 Manejo de Datos, QA/QC, e Informes

En la actualidad, los datos del nivel de ríos de las estaciones WET se cargan directamente a la base de datos NovaStar. Los datos recopilados en las ubicaciones de cumplimiento serán ingresados dentro de la base de datos ambientales del sitio sobre una base trimestral. Estos datos también les serán brindados a ANAM/CODESA como parte de sus auditorías ambientales en el sitio. Los informes anuales del monitoreo de la cantidad de agua superficial también deberán ser incluidos en el informe anual del monitoreo ambiental del sitio.

5.0 Agua Subterránea

5.1 Calidad del Agua

Una de las mayores inquietudes ambientales en las operaciones de minería es el impacto a la calidad y cantidad del agua. El Proyecto Cobre Panamá tiene el potencial de impactar la calidad y cantidad del agua subterránea debido a filtraciones y alteraciones al sistema de agua superficial como resultado de la construcción de las instalaciones para la minería (por ejemplo, el tajo, TMF y el almacenamiento de roca residual). El monitoreo debe ser llevado a cabo debajo de todas las instalaciones principales para evaluar posibles impactos debido a filtraciones de agua influenciada por la mina, especialmente proveniente del TMF y de las áreas de almacenamiento de roca residual.

5.1.1 Objetivos

Los objetivos principales para el monitoreo de la calidad del agua subterránea son:

- Planificación e implementación de una red efectiva de pozos de monitoreo de agua subterránea durante la fase de construcción para monitorear la eficiencia de los controles y medidas de mitigación implementadas durante la fase de construcción y la fase de operaciones.

- Cumplir con los compromisos EsIA para el monitoreo de filtraciones provenientes del TMF y de las instalaciones de rocas residuales
- Verificar que los controles de operación y mitigación sean efectivos para el manejo de impactos potenciales al agua subterránea

5.1.2 Criterios

Las regulaciones de Panamá indicadas en DGNTI-COPANIT-35-2000 (Ministerio de Comercio e Industrias 2000) son específicas para tanto el agua superficial como subterránea. Por lo tanto, los criterios son los mismos para el cumplimiento del monitoreo de aguas superficiales (Sección 4.1.1) y aguas subterráneas. Estos valores se muestran en la Tabla 5.1.2.1.

5.1.3 Sitios, Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

En general, el concepto de hidrogeología en un área es la precipitación que se infiltra en el subsuelo siguiendo la topografía local y descargando en el agua superficial de los valles. Por lo tanto, la estrategia general para colocar los pozos de monitoreo de agua subterránea es ubicarlos, en lo posible, gradiente-arriba y gradiente abajo de las instalaciones principales (por ejemplo, TMF, tajos, almacenamiento de roca estéril y la planta de procesamiento). En realidad, el proyecto está siendo desarrollado en la parte superior de las cuencas hidrográficas, por lo que no es posible colocar los pozos gradiente-arriba de las instalaciones. Las ubicaciones para los pozos de aguas subterráneas se conciliarán una vez que FQML haya finalizado con la optimización del diseño del proyecto. Durante la fase de construcción las ubicaciones finales deberán ser identificadas y los pozos tendrán que ser instalados. En general, el Proyecto tendrá que establecer una red de monitoreo aguas-abajo de las instalaciones principales que sea suficiente para demostrarle a las partes interesadas tanto internas como externas que los recursos aguas-abajo están siendo protegidos durante la fase de operaciones y al cierre.

Tabla 5.1.2.1: Criterios legales de descarga de efluentes

Agua Dulce	Unidades	Regulaciones de Panamá Descarga de Efluentes a Aguas Superficiales o Subterráneas	IFC- Minería Directrices Ambientales, de Salud y Seguridad	Criterios del Proyecto
Fisico-químicos				
pH	s.u.	de 5.5 a 9	de 6 a 9	de 6 a 9
Demanda biológica de oxígeno	mg/L	35	50	35
Demanda química de oxígeno	mg/L	100	150	100
Total de sólidos en suspensión	mg/L	35	50	35
Total de sólidos disueltos	mg/L	500	-	500
Sólidos sedimentables	mg/L	15	-	15
Turbiedad	NTU	30		30
Temperatura	°C	más o menos 3	más o menos 3	más o menos 3
Iones Principales				
Sulfuro	mg/L	1	-	1
Cloruros	mg/L	400	-	400
Cloro-residual	mg/L	1.5	-	1.5
Fluoruro	mg/L	1.5	-	1.5
Cianuro (total)	mg/L	0.2	1	0.2
Sodio	perciento	35	-	35
Sulfato	mg/L	1,000	-	1000
Metales (total)				
Aluminio	mg/L	5	-	5
Arsénico	mg/L	0.5	0.1	0.1
Boro	mg/L	0.75	-	0.75
Cadmio	mg/L	0.01	0.05	0.01
Calcio	mg/L	1,000	-	1000
Cromo (VI)	mg/L	0.05	0.1	0.05
Cromo (total)	mg/L	5	-	5
Cobre	mg/L	1	0.3	0.3
Hierro (total)	mg/L	5	2	2
Plomo	mg/L	0.05	0.2	0.05
Manganeso	mg/L	0.3	-	0.3
Mercurio	mg/L	0.001	0.002	0.001
Molibdeno	mg/L	2.5	-	2.5
Niquel	mg/L	0.2	0.5	0.2
Selenio	mg/L	0.01	-	0.01
Zinc	mg/L	3	0.5	0.5
Nutrientes				
Nitrato-N	mg/L	6	-	6
Amoniaco-N	mg/L	3	-	3
Nitrógeno-N (total)	mg/L	10	-	10
Fósforo	mg/L	5	-	5
Orgánicos				
Aceite y grasa	mg/L	20	10	10
Hidrocarburos (total)	mg/L	5	-	5
Fenoles	mg/L	0.5	0.5	0.5
Detergentes	mg/L	1	-	1
Tensoactivos	mg/L	7	-	7
Microbiológicos				
Coliformes (total)	CFU/100ml	1,000	-	1000

Los pozos deben estar ubicados aguas-abajo del TMF y necesitarán estar ubicados en más de una sub-cuenca ya que el TMF podría liberar filtraciones a más de una sub-cuenca (se necesitará al menos una ubicación en ambas cuencas de Petaquilla y Caimito). En general, los pozos de monitoreo deberán estar ubicados al norte, este y oeste del TMF, en un mínimo de tres ubicaciones. Los pozos adicionales deben estar ubicados aguas-abajo del tajo Colina, en el almacenamiento de residuo de roca en la cuenca de Petaquilla, en el drenaje de San Juan de Turbe por debajo del tajo Botija y en el almacenamiento de roca estéril. Los pozos estarán ubicados alrededor 300-500 metros aguas-abajo de las instalaciones. En cada ubicación se instalará una serie de pozos (nido) para evaluar a diferentes profundidades. El objetivo será tener un pozo en el estrato de saprolita, el "saprock" y lecho de roca en cada ubicación.

Como regla general, CODESA ha indicado que les gustaría comparar datos (por ejemplo, aire, suelo, agua, biológicos) recopilados durante la fase de construcción para hacer una línea base de las condiciones. Con esto en mente, la recopilación de datos dentro de la huella del área perturbada no es efectiva, ya que se espera que el desarrollo de la mina de como resultado cambios en los niveles de agua y/o de su calidad en estas áreas. Los pozos de monitoreo de la fase de operaciones todavía no han sido instalados y la actual red de pozos de aguas subterráneas y piezómetros no es muy favorable para las metas de ANAM.

Hasta que los pozos de monitoreo de la fase de operaciones estén ubicados e instalados, se harán muestreos en las siguientes ubicaciones de pozos de aguas subterráneas:

- Río Petaquilla: LA07-100-HG
- Río Caimito: CT107-124-HG y BN07-117-HG
- Coclé del Norte: BA07-118-HG

Aunque estas ubicaciones no serán las finales de los pozos de monitoreo de aguas subterráneas, brindan cobertura de las condiciones de las aguas subterráneas alrededor del perímetro de las actividades actuales y están ubicados en cada uno de los drenajes principales.

Los parámetros del muestreo de aguas subterráneas son:

- De campo: pH, temperatura, conductividad específica, turbiedad
- Físicos: total de sólidos disueltos (TDS), TSS
- Cloro: residual
- Nutrientes: nitrato, nitrito, amoniaco, y total de nitrógeno y fósforo
- Iones comunes: SO_4, Cl_2, Mg, Ca, K, Na, F, S
- Orgánicos: aceite y grasa
- Cianuro: total
- Metales totales: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn

Las regulaciones de Panamá exigen que el total de metales sean analizados. Si los valores de TSS en los pozos están elevados, esto será un indicativo que los pozos no se han desarrollado lo suficiente. En ese caso, se llevará a cabo un análisis de metales disueltos además del análisis de metales totales, y medidas adicionales para mejorar el desarrollo del pozo.

La frecuencia de muestreo es dos veces al año durante la fase de construcción y luego, en la fase de operaciones, será trimestralmente.

5.1.4 Equipo Requerido

DGNTI-COPANIT-35-2000 también incluye requisitos específicos para la preservación y el análisis de las muestras, que se necesitan seguir durante el muestreo. Durante la toma de muestras, se procura seguir los procedimientos de colecta atendiendo al tipo de análisis solicitado.

Los materiales requeridos se describen a continuación:

- Sonda multiparamétrica
- Guantes de nitrilo

- Tuberías para succionar agua de pozos
- Válvulas de bombeo
- Botellas plásticas y de vidrio. Según parámetro analizar
- Neveras
- Preservantes: según botella y parámetro a analizar

Además se debe emplear el equipo de protección personal apropiado exigido en el Proyecto Cobre Panamá.

5.1.5 Manejo de Datos, QA/QC e Informes

Las regulaciones exigen que se preparen informes trimestrales para ANAM. Los informes deben presentar los datos y el análisis de cumplimiento con los criterios especificados. Si los criterios fueran excedidos, se debe entregar información adicional sobre las acciones correctivas implementadas para lograr el cumplimiento. El QA/QC incluirá como mínimo un análisis de un duplicado de campo y una muestra control de por cada 10 muestras colectadas. Todos los datos serán introducidos en la base de datos de medio ambiente y se entregara un resumen de los resultados trimestralmente y un informe anual de medio ambiente.

5.2 Cantidad de Agua

5.2.1 Objetivos

Los objetivos para la evaluación de la cantidad de agua subterránea son:

- Medir los niveles de agua subterránea para evaluar los cambios en el agua subterránea, incluyendo las direcciones del flujo y gradientes
- Evaluar los cambios en el agua subterránea que podrían dar como resultado impactos al agua superficial con que se conectan
- Brindar datos al grupo de ingeniería/operaciones de la mina para apoyar las evaluaciones

geotécnicas y de desagüe

5.2.2 Sitios de Monitoreo

Las ubicaciones especificadas en la Sección 5.1.3 para el monitoreo de la calidad de aguas subterráneas también servirán para supervisar la profundidad del agua. Es posible que se necesiten establecer ubicaciones adicionales de seguimiento para apoyar el monitoreo geotécnico (por ejemplo, la presión de la pared del tajo) y el desagüe de los tajos. Estas ubicaciones serán establecidas por el grupo de operaciones cuando sea preciso satisfacer esas necesidades.

5.2.3 Parámetros y Frecuencia

Para determinar la cantidad de aguas subterráneas se realizan mediciones de la profundidad de las aguas subterráneas. Para cada ubicación, se debe conocer la altura de la parte superior del pozo (marco del pozo) de manera que la profundidad del agua subterránea pueda ser medida con precisión. La medición de la profundidad se llevará a cabo utilizando un indicador eléctrico del nivel del agua en una longitud de carrete suficiente para alcanzar la profundidad del agua en cada pozo. Las mediciones deben ser lo más cercanas a 0.01 m. La frecuencia de las mediciones será trimestral a menos que se necesiten mediciones más frecuentes para apoyar las operaciones.

5.2.4 Manejo de Datos, QA/QC, e Informes

Todas las mediciones del nivel del agua serán ingresadas en la base de datos ambiental. Los datos serán comparados con los resultados pasados para identificar los datos que sean significativamente diferentes de las mediciones anteriores. Si se observan cambios significativos, se debe medir nuevamente la profundidad de los pozos para confirmar que los datos sean correctos. Se deben entregar los datos del nivel de aguas subterráneas a ANAM/CODESA como parte de sus auditorías ambientales. También estarán incluidos los informes anuales del monitoreo de la profundidad de las aguas subterráneas en el informe anual de monitoreo

ambiental, al igual que una evaluación de las tendencias de los niveles del agua en las diferentes sitios de muestreo.

6.0 Calidad del Suelo

El monitoreo del suelo está asociado tanto con la protección de la calidad del suelo como con el control de erosión y la gestión de sedimentos. La línea base de caracterización y clasificación del suelo se llevó a cabo como parte de EsIA (2010) y los detalles se encuentran en el Anexo IV del EsIA. Además de clasificar los tipos de suelo, se llevó a cabo la caracterización química y física. Esto incluyó mediciones de la distribución del tamaño de las partículas, la textura del suelo, pH, carbono orgánico, nutrientes (N y P), capacidad de intercambio catiónico/capacidad de intercambio catiónico efectiva y trazas metálicas. Como es típico en los ambientes tropicales, los suelos en el área del proyecto son generalmente ácidos, con baja fertilidad/nutrientes y con baja capacidad de intercambio catiónico. También hay un porcentaje significativo de suelos en el área que se clasifican como que tienen un potencial de erosión de moderado a muy alto.

6.1 Objetivos

En general, el monitoreo de suelos está asociada con el control de erosión y la evaluación de la contaminación del suelo debido a las operaciones de minería. Los objetivos principales del monitoreo del suelo son:

- Cumplir con los compromisos de EsIA
- Cumplir con los requisitos legales de Panamá
- Asegurar la protección del suelo a través de la aplicación de controles efectivos de erosión y sedimentos
- Evaluar la eficiencia de la saprolita como medio de cultivo para la etapa de recuperación
- Monitoreo de la recuperación actual y progresiva para la estabilidad física del suelo y apoyo químico del crecimiento de la vegetación

A pesar de que el diseño y construcción de las medidas de control de sedimentos están fuera del programa de monitoreo de suelos, el monitoreo de las estructuras de contención de sedimentos si está dentro del ámbito de monitoreo de suelos. Otros aspectos claves son el monitoreo de la calidad del suelo y la verificación de suelo suficiente para la re-vegetación en el cierre.

6.2 Criterios

Panamá ha establecido regulaciones para la calidad de los suelos en el Decreto Ejecutivo No.2 (del 14 de enero, 2009). Las regulaciones especifican mediciones de la actividad microbiológica de los suelos al igual que los límites para diferentes metales y otros parámetros químicos en los suelos. También existen guías para muestreos y para análisis de laboratorio. Además hay un requerimiento la realización de un 'Informe Preliminar' para los suelos de MPSA. Ese trabajo está en curso actualmente y se enfoca en las ubicaciones donde se está manipulando hidrocarburos durante las actividades de la fase de construcción. La realización del informe ya se ha finalizado y las actividades de seguimiento están en curso.

La Tabla 6.2.1 muestra los Límites Máximos Permisibles de los parámetros relevantes a la minería. Las regulaciones también indican los valores para pesticidas, componentes orgánicos adicionales y PCB's, los cuales no figuran en la tabla ya que éstos no están asociados con las operaciones de minería de metales y molienda. A pesar de que no se está utilizando cianuro, también está incluido ya que podría ser percibido como un riesgo en Cobre Panamá.

Tabla 6.2.1: Límites Máximos Permisibles de Suelos (solamente relacionados con minería)

Familia	Parámetro	LMP (mg/kg)(1)
Hidrocarburos		
	Benceno	100
	Tolueno	3000
	Etilbenceno	2000
	Xileno	1000
	Total de hidrocarburos	620
Inorgánicos		
	As	30
	Ba	1000
	Cd	100
	Cr	1000
	Hg	140
	Ni	400
	Pb	-
	Se	310
	Zn	300
Otros		
	Cianuro	400

(1) los valores están indicados para suelos de uso industrial

6.3 Sitios de Monitoreo

Las estaciones de monitoreo de la calidad del suelo fueron seleccionadas considerando el potencial de riesgo a la salud humana y al medio ambiente por las actividades del sitio. El programa de monitoreo de la calidad del suelo comprende 13 estaciones, nueve de las cuales fueron seleccionadas sobre la base de la prevención de riesgos para la salud ecológica. Las

cuatro restantes, las cuales están ubicadas cerca de las comunidades de San Benito, Caimito, Nuevo Sinaí y la Planta de Proceso de Minerales, se basan en el riesgo a la salud humana. Las ubicaciones se indican en la Tabla 6.3.1 y se muestran en la Figura 6.3.1.

Además de las ubicaciones indicadas en la Tabla 6.3.1, el programa de monitoreo de suelos también necesita supervisar las estructuras de recolección de sedimentos. Para que las estructuras

funcionen correctamente necesitan tener suficiente volumen para permitir el tiempo de retención necesario para la sedimentación de las partículas.

Tabla 6.3.1: Sitios de Monitoreo de la Calidad de los Suelos

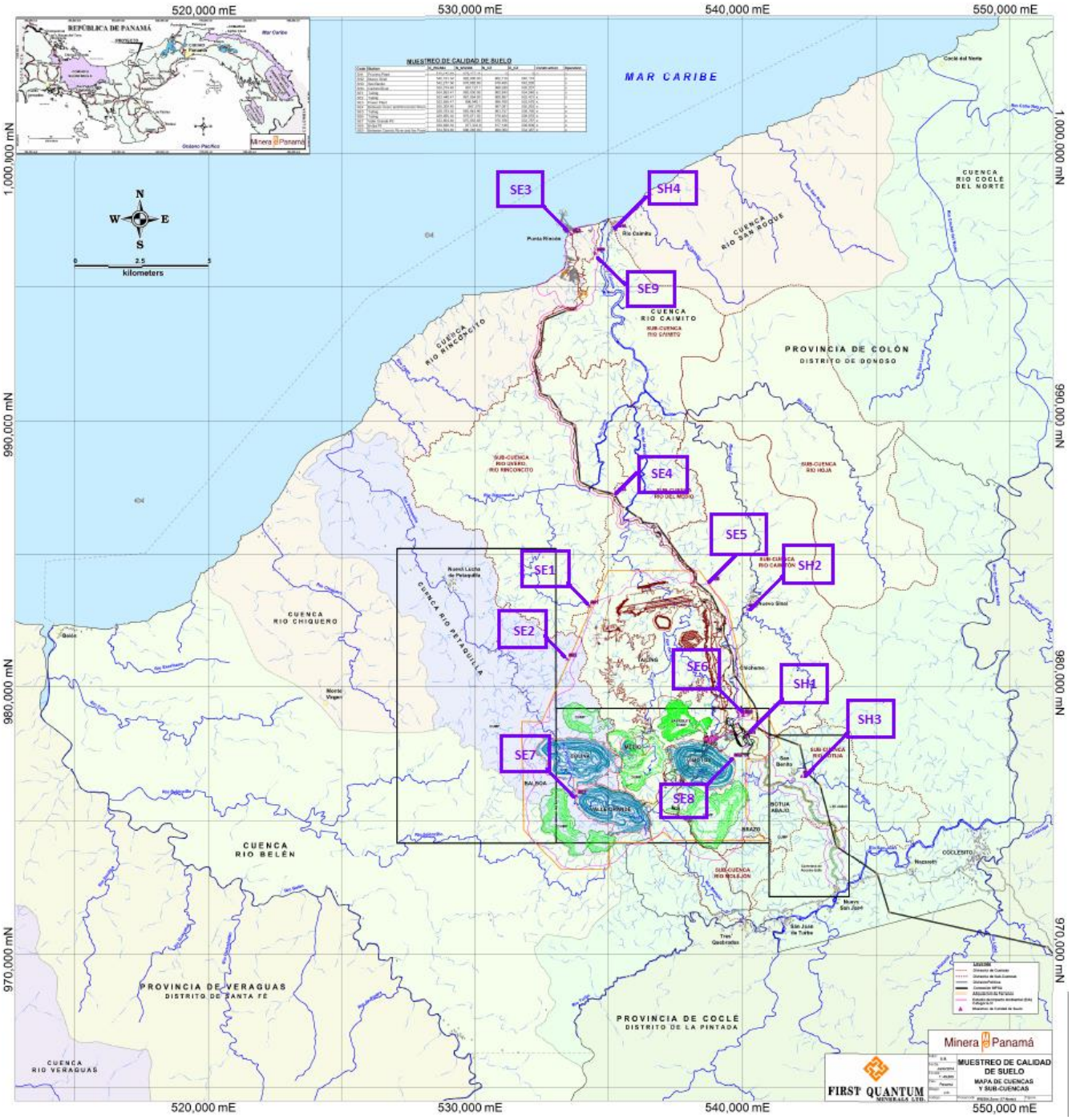
		UTM Ubicación (NAD 27- Zona 17)		Fase de Monitoreo	
Código	**Estación**	**N**	**E**	**Construcción**	**Operaciones**
SH1	Planta de Proceso	997 071	540 006	x	x
SH2	Nuevo Sinaí	982 719	540 174		x
SH3	San Benito	976 495	542 200		x
SH4	Río Caimito	996 939	535 257		x
SE1	Relaves	982 843	534 246	x	x
SE2	Relaves	980 867	533 431	x	x
SE3	Planta de Energía	996 760	533 578	x	
SE4	Entre los Ríos Uvero y Rinconcito	987 091	535 283	x	x
SE5	Relaves	983 757	538 766	x	x
SE6	Relaves	979 484	539 878	x	x
SE7	Tajo Valle Grande	975 766	533 787	x	x
SE8	Tajo Botija	977 146	539 609	x	x
SE9	Entre el Río Caimito y la Planta de Energía	996 060	534 487	x	x

6.4 Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Los parámetros para la calidad de los suelos que necesitan ser evaluados son aquellos indicados en la Tabla 6.2.1. Además, se necesita llevar a cabo los siguientes análisis adicionales:

- Total de carbono orgánico
- Actividad deshidrogenasa del suelo
- Biomasa microbiana
- Respiración microbiana

Figura 6.3.1: Sitios de Monitoreo de la Calidad de los Suelos



Las regulaciones de Panamá que especifican los métodos analíticos para estos ensayos. La sección relevante de las regulaciones se muestra a continuación:

Métodos y protocolos para cada uno de los análisis microbiológicos de la muestra de suelo en el laboratorio

Parámetros	Cantidad en Kg	Envase	Preservación	Tiempo límite para realizar el análisis	Método
Actividad de la enzima deshidrogenada.	2,0	Vial plástico con tapa hermética.	A 25,0° C	14 días	Ensayo según Casida *et al.* (1977).
Biomasa microbiana	2,0	Vial plástico con tapa hermética.	A 25,0° C	14 días	Ensayo según Vance *et al.*, 1987. ó Jenkinson, D. S., 1987.
Respiración Microbiana	2,0	Vial plástico con tapa hermética.	A 25,0° C	14 días	Ensayo según Guitián y Carballas, 1976., y Anderson y Domsch, 1993. ó Ceulemans R, Impens I & Gabriëls R (1987)

La frecuencia de los análisis para el monitoreo de la calidad de los suelos será una vez al año. Sin embargo, el monitoreo de las estructuras de control de sedimentos deberá ser trimestralmente debido a la disponibilidad del espacio para la recolección de sedimentos. El protocolo de limpieza de los estanques es cuando la capacidad sea menor del 50%.

Además de estas actividades, se deberá revisar anualmente el material de balance para la recuperación. La revisión debe calcular el volumen requerido de material de saprolita de cobertura necesario para apoyar el plan de cierre y recuperación. El volumen puede ser calculado de la siguiente manera:

Área que requiere cobertura de saprolita (m^2) x profundidad de la cubierta (m) x 120%

La profundidad de la cubierta está especificada en el plan cierre y recuperación y puede ser ajustada a lo largo del tiempo basado en la experiencia real adquirida durante la recuperación actual y progresiva. La ecuación anterior incluye un volumen adicional del 20% para tomar en cuenta la pérdida de saprolita durante el almacenamiento y durante re-vegetación. El monitoreo de rutina de las áreas de vegetación debe llevarse a cabo conforme se va completando la recuperación progresiva. Si las áreas demuestran un escaso progreso de vegetación, o el crecimiento de plantas es deficiente a lo largo del tiempo, se deben analizar los nutrientes, las propiedades químicas y biológicas del suelo del área para verificar si es necesario llevar a cabo alguna modificación del suelo (por ejemplo, fertilización) para apoyar el éxito de la revegetación.

6.5 Equipo Requerido

Se necesita muy poco equipo especializado para el programa de monitoreo de los suelos. Las regulaciones de Panamá especifican qué tipo de almacenamiento (por ejemplo, bolsas de plástico o frascos de vidrio ámbar) es necesario para el material de suelo colectado para tener pruebas de calidad. Los requisitos de las regulaciones se muestran a continuación:

Parámetros	Cantidad en Kg	Envase	Preservación	Tiempo límite para realizar el análisis	Método
Bario	2,0	Bolsa plástica inerte.	Sin preservación.	6 meses	EPA 7000 A
Cadmio				6 meses	EPA 7000 A
Cromo				48 horas	EPA 7000 A
Níquel				6 meses	EPA 7000 A
Selenio				6 meses	EPA 7741 A
Plomo				28 días	EPA 7000 A
Zinc				6 meses	EPA 7000 A
Arsénico				6 meses	EPA 7061 A
Mercurio				28 días	EPA 7471 A
Cianuro	0,2	Vidrio/Bolsa plástica sin aditivos de señal croma-tografía.	A 4,0° C	6 meses	EPA 335.4 A
Organoclorados		Vidrio ámbar boca ancha de borosilicato y cierre de teflón.		7 días	EPA 8081 A
Carbamatos				7 días	EPA 8318
Compuestos Aromáticos (BTEX)				7 días	NIOSH 1501
Hidrocarburos Policíclicos PAH's	0,5			7 días	EPA 8310

Hidrocarburos Clorados (PCB's)	0,1	Vidrio ámbar boca ancha de borosilicato y cierre de teflón.	A 4,0° C	7 días	EPA 8082
Acrilonitrilo y Acrilamida	0,2			7 días	EPA 8316
pH	2,0	Bolsa plástica inerte.	Sin preservación	14 días	Colorímetro (indicadores colorimétricos, M.L. Jackson, 1964). Potenciométrico (peachímetro o potenciómetro, Dewis y Freitas, 1970).
Materia Orgánica	2,0	Bolsa plástica inerte.	Sin preservación	14 días	Walkley y Black, 1932.

Las muestras de suelo se deben recolectar usando una cuchara de acero inoxidable limpia. La muestra recogida debe estar compuesta de cinco sub-muestras, que serán homogenizadas en un tazón de acero inoxidable antes de ponerla en los recipientes de almacenamiento (por ejemplo, bolsas o botellas). La cuchara y el tazón deben limpiarse entre uno y otro sitio de muestreo y al final deben enjuagarse tres veces con agua destilada antes de usarse de nuevo.

6.6 Manejo de Datos, control de calidad (QA/QC) e Informes

Se informará sobre la calidad del suelo a ANAM sobre una base anual, lo cual puede llevarse a cabo a través de las auditorías de CODESA. Se harán comparaciones con los resultados del Informe Preliminar, al igual que tendencias temporales de los resultados a lo largo del tiempo. Los datos se mantendrán en la base de datos ambientales de MPSA. También se informará a ANAM los análisis de los residuos asociados con el funcionamiento de los incineradores. Los informes anuales de monitoreo de las estructuras de control de sedimentos y del balance del material de medios de crecimiento de saprolita se incluirán en el informe anual de monitoreo ambiental del sitio.

7.0 Monitoreo Biológico

El Proyecto Mina de Cobre Panamá producirá impactos a la biodiversidad terrestre, arbórea y acuática, incluyendo:

- Pérdida y degradación del hábitat para la biodiversidad debido al desbroce del área de la huella del proyecto.
- Degradación del hábitat adyacente a la huella del proyecto originado por la actividad, el ruido, la iluminación, el polvo, los sedimentos y la posible introducción de especies invasivas en el sitio del proyecto (efecto de borde).
- Fragmentación y pérdida de la conectividad del hábitat en el paisaje de Donoso.
- Mortalidad de los vertebrados terrestres y arbóreos debido a las colisiones con vehículos, y colisiones y electrocuciones con la línea de transmisión eléctrica.
- Impactos indirectos y secundarios en la biodiversidad en la región catalizando los sedimentos y el desarrollo económico alrededor de la mina.

El Proyecto ha implementado una serie de actividades para mitigar estos impactos negativos, incluyendo:

- Apoyo económico para la conservación del Parque Nacional Omar Torrijos, del Parque Nacional de Santa Fe, y de un área de conservación en el Distrito de Donoso.
- Reforestación y restauración de un área mayor a 10,000 ha dentro y fuera de la huella del proyecto.
- Acciones específicas para las Especies de Interés (EdI) que complementan la gestión y restauración del área protegida.
- Un Plan de inmigración para limitar los impactos indirectos de parte de las poblaciones locales crecientes.
- Políticas para el control de la caza, pesca y recolección de plantas y animales por parte del personal del Proyecto y contratistas dentro del área del Proyecto.

En definitiva, MPSA se ha comprometido a lograr un Impacto Neto Positivo en la biodiversidad. En otras palabras, los beneficios de las acciones de mitigación del proyecto deberán exceder los impactos negativos del proyecto.

7.1 Monitoreo Terrestre

El programa de monitoreo terrestre de MPSA cumple con los propósitos de:

- Evaluar que los controles y medidas de mitigación establecidos son efectivos para lograr la protección de los recursos biológicos terrestres y acuáticos.
- Confirmar la precisión de las predicciones tanto de los impactos negativos como de los beneficios de las actividades del proyecto, y así brindar las bases para demostrar el Impacto Neto Positivo.
- Brindar las bases para la mejora continua y gestión adaptativa de las acciones de mitigación de la biodiversidad cuando las acciones no son tan efectivas como deberían serlo.

Debido, al amplio ámbito geográfico de las acciones de mitigación de la biodiversidad de MPSA muchas entidades estarán involucradas en el programa de monitoreo. Por ejemplo, ANAM dirige la administración y el monitoreo de las tres áreas protegidas que MPSA se ha comprometido a apoyar financieramente. El enfoque de este documento es el monitoreo *operacional* – en otras palabras, el monitoreo llevado a cabo directamente por MPSA, o a través de sub contratistas.

7.1.1 Prevención de la caza, pesca y recolección de plantas y animales

MPSA tiene políticas para prevenir la caza, la pesca y la recolección de plantas y animales dentro del Área del Proyecto tanto para sus empleados directos como sus contratistas. La efectividad de estas políticas debe ser monitoreada durante las inspecciones ambientales de

rutina. Con forme se necesite mejorar la efectividad de estas políticas, se pueden implementar capacitaciones adicionales sobre las políticas u otras medidas.

7.1.2 Monitoreo de la mortalidad (por vehículos) de la fauna y las medidas de mitigación

Objetivo

El objetivo del programa de monitoreo de la mortalidad (por vehículos) de fauna es brindar la base empírica para administrar y minimizar los impactos del Proyecto por colisiones vehiculares con fauna. Este programa debe mejorar la seguridad de los trabajadores, reducir los costos de reparaciones de los vehículos y contribuir con el compromiso de MPSA de tener un *Impacto Positivo Neto* en la biodiversidad.

Planteamiento del monitoreo

Este programa tiene tres componentes:

1) Monitoreo de los incidentes de colisión vehicular

Los informes de incidentes se llevarán a cabo para las colisiones que involucren vertebrados de cuerpo mediano y grande, tomando nota de:

- La ubicación y hora del incidente.
- Las condiciones generales del tiempo (despejado, lluviosa, nubladas) y de la carretera.
- La especie del animal.
- Cualquier otra información pertinente, como velocidad del vehículo, si se conoce al momento del incidente.

Además, del registro de los incidentes de atropello, se llevará a cabo un monitoreo semanal en las carreteras en busca de atropellos y para verificar la integridad de los informes.

La información de los informes de incidentes será utilizada para determinar si son necesarias estructuras adicionales para cruce, si las existentes necesitan modificaciones o si son necesarias otras medidas de control, tales como reducir los límites de velocidad en ciertas ubicaciones a ciertas horas del día, o la colocación de reductores de velocidad en la carretera.

2) Monitoreo de los Cruces de fauna

Este monitoreo ayudará a determinar los aspectos claves relacionados con la efectividad de las estructuras para cruce en las carreteras, a saber (i) ¿las estructuras para cruce están ubicadas en los lugares correctos? (ii) ¿los animales están utilizando las estructuras para cruce? y (iii) ¿esto cambia con el tiempo? Con el fin de responder estas preguntas, el monitoreo de los cruces de fauna tiene dos componentes. El primer componente comparará las tasas de cruce en los sitios donde se han instalado estructuras para cruce. Esta información ayudará a confirmar la elección de los lugares donde están instaladas las estructuras. El segundo componente del programa es el monitoreo durante todo el año del uso mismo de las estructuras para cruce (no solamente las ubicaciones de las estructuras, como lo mide el primer componente). Estos dos componentes se describen con más detalle a continuación.

a. ***Monitoreo de los sitios de cruce de fauna***

Evaluación, de las tasas globales de cruce: se hará dos veces al año (estación lluviosa y estación seca). Para esto se utilizará una combinación de cámaras trampa y trampas de arena para comparar las tasas de cruce en las ubicaciones donde se han construido estructuras para cruce. El objetivo de este componente del programa no es ver directamente la efectividad de las estructuras construidas para cruce de fauna (podría tomar meses o años para que los animales se acostumbren a las estructuras), sino más bien es para determinar si, por casualidad, los animales muestran una frecuencia de cruce más alta de lo esperado en los sitios donde las estructuras para cruce se han instalado. Esto es necesario con el fin de confirmar que la construcción de carreteras y otros impactos del proyecto no han cambiado los lugares preferidos para cruce identificados en las campañas previas de cámaras trampa a lo largo de la carretera.

En cada una de las 20 estaciones (l0 sitios donde se construyeron estructuras para cruce y 10 sitios de control seleccionados aleatoriamente a lo largo de la carretera a la costa), se colocarán cámaras trampa en ambos lados de la carretera, junto con seis trampas de arena (véase la Figura 7.1.2.1 para un ejemplo de una trampa de arena2).

Figura 7.1.2.1: **Ejemplo de una trampa de arena.**

Las cámaras trampa se dejarán por un mínimo de 45 días para cada campaña durante la estación lluviosa y durante la estación seca. Las trampas de arena se monitorearán diariamente por un mínimo de 45 días durante ambas estaciones, lluviosa y seca. Se deben revisar las trampas de arena diariamente para registrar huellas y para allanar la arena de manera que se puedan registrar nuevas huellas. Si se observa una huella se debe registrar la fecha, la ubicación de la trampa, las condiciones ambientales, el observador, la especie, el número de individuos, mediciones de la huella, rastro de la huella y una fotografía. Las trampas de arena no se pueden revisar durante los periodos de fuertes lluvias ya que la lluvia degradará las huellas.

A la conclusión de cada campaña, se utilizará una prueba t para determinar si hay una diferencia estadística significativa en las tasas de cruce en las ubicaciones donde se han ubicado estructuras para cruce, en comparación con ubicaciones al azar a lo largo de la carretera. Esta prueba se puede realizar tanto para las tasas totales de cruce, como para las tasas de cruce de especies individuales. Se brinda más información sobre los análisis de datos e indicadores en la sección de Indicadores.

[2]Las trampas de arena individuales se hacen al enterrar una caja de plástico de fondo plano a nivel del terreno. La arena dentro de la caja está húmeda para registrar huellas de animales. La caja de plástico evita que la humedad salga de la arena y que se introduzca en el suelo adyacente.

b. Monitoreo de la efectividad de las estructuras de cruce construidas

El uso de las estructuras para cruce por parte de la fauna será monitoreada, también por cámaras trampa y trampas de arena. Las cámara se montarán en ambos extremos de cada una de las estructuras para cruce, con el fin de distinguir entre un animal que cruza completamente la estructura, versus los que entran a la estructura pero no completan el cruce. Las cámaras deben estar colocadas apuntando en direcciones opuestas con el fin de tomar fotografías de ambos lados de los animales, lo cual facilita la identificación de animales individuales de ciertas especies. Las cámaras estarán colocadas todo el año y se descargara los datos y se cambiaran las baterías, cada 45 días.

Se colocaran seis trampas de arena en cualquiera de los extremos de las estructuras para cruce por dos periodos de 45 días cada año, para coincidir con el monitoreo de las trampas de arena de las ubicaciones de cruce descritas anteriormente.

La información de este componente del programa de monitoreo será usada para determinar si los animales están utilizando las estructuras para cruce y si los patrones de uso están cambiando con el paso del tiempo

Indicadores

La Tabla 7.1.2.1 muestra indicadores básicos y detalles asociados para los tres componentes de este monitoreo.

Monitoreo de incidentes por colisión vehicular

Los incidentes de colisión se compilaran trimestralmente y se utilizan para calcular el número total de incidentes y el número de incidente por especie, durante el trimestre. Los incidentes también deben ser mapeados con el fin de identificar “puntos calientes” de mortalidad donde sean necesarias medidas de mitigación adicionales.

El número meta de colisiones por trimestre es cero, aunque esto tal vez nunca se pueda lograr.

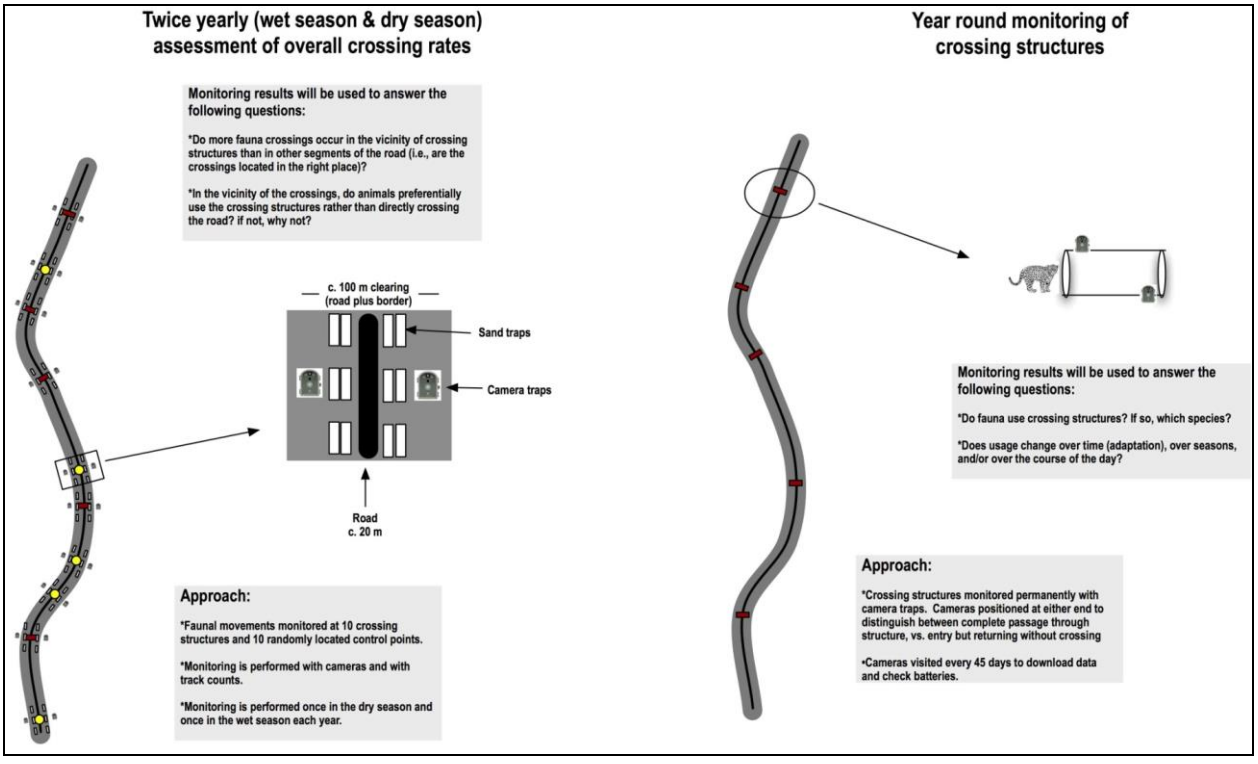
Tabla 7.1.2.1. Indicadores y metas para el monitoreo de mortalidad vial de la fauna

Componente del programa	Indicador	Meta	Frecuencia de medición	Frecuencia de informes
Incidentes de colisión vehicular	a. Número total de incidentes b. Número de incidentes por especie	0	Cada evento	Semestral
Monitoreo de los sitios de cruce de fauna	a. El total de cruces (todas las especies en conjunto e individualmente) es significativamente mayor en las proximidades de estructuras para cruce que en ubicaciones al azar (prueba t) b. Relación de capturas de la cámara trampa (ubicaciones de las estructuras para cruce/ubicaciones al azar) (especies en conjunto e individualmente) c. Relación de las capturas de la trampa de arena (ubicaciones de las estructuras para cruce/ubicaciones al azar) (especies en conjunto e individualmente)	Relación > 1 y creciente	un periodo de 45 días en la estación lluviosa y en la estación seca	Semestral
Monitoreo de la efectividad de las estructuras de cruce construidas	a. Número promedio de cruces por un periodo de 45 días (especies en conjunto e individualmente) b. Relación promedio del éxito de cruces por un periodo de 45 días (número de cruces exitosos/número total de intentos (exitosos e infructuosos))(especies en conjunto e individualmente)	Creciente 100%	Cada evento	Semestral

Monitoreo de los sitios de cruce de fauna

El monitoreo se lleva a cabo dos veces al año. Se instalarán cámaras trampa y trampas de arena y se visitarán regularmente para registrar los datos de las huellas. Los datos recopilados serán utilizados para calcular las métricas base. Los indicadores se calculan contando el número de cruces de individuos de todas las especies combinadas y por cada especie por separado, de las cámaras y de las trampas de arena durante el trimestre. Se lleva a cabo una prueba t para determinar si hay diferencias estadísticas significativas entre las tasas de cruce en los lugares donde están ubicadas las estructuras para cruce en comparación con puntos de control ubicados aleatoriamente a lo largo de la carretera.

Figura 7.1.2.2: **Planteamiento para el monitoreo de la efectividad de las estructuras para cruce, incluyendo su colocación.**


Twice yearly (wet season & dry season) assessment of overall crossing rates
Monitoring results will be used to answer the following questions:
*Do more fauna crossings occur in the vicinity of crossing structures than in other segments of the road (i.e., are the crossings located in the right place)?
*In the vicinity of the crossings, do animals preferentially use the crossing structures rather than directly crossing the road? if not, why not?
c. 100 m clearing (road plus border)
Sand traps
Camera traps
Road c. 20 m
Approach:
*Faunal movements monitored at 10 crossing structures and 10 randomly located control points.
*Monitoring is performed with cameras and with track counts.
*Monitoring is performed once in the dry season and once in the wet season each year.
Year round monitoring of crossing structures
Monitoring results will be used to answer the following questions:
*Do fauna use crossing structures? If so, which species?
*Does usage change over time (adaptation), over seasons, and/or over the course of the day?
Approach:
*Crossing structures monitored permanently with camera traps. Cameras positioned at either end to distinguish between complete passage through structure, vs. entry but returning without crossing
*Cameras visited every 45 days to download data and check batteries.

Monitoreo de la efectividad de las estructuras de cruce construidas

Los indicadores para el uso de las estructuras se calculan para cada periodo de monitoreo, que es la frecuencia con que se visitan las cámaras para descargar datos y cambiar las baterías. Nótese que no hay un objetivo *priori* para el número de cruces de animales para cada periodo. La expectativa es que puede tomar un tiempo considerable para que los animales utilicen regularmente los cruces, por lo tanto la tendencia debe ser que los indicadores aumenten con el paso del tiempo.

Manejo adaptativo

Los siguientes resultados indicarían que las medidas para mitigar la mortalidad vial de la fauna requieren una mejora.

- Tasas altas y que no disminuyen de colisiones vehiculares con la fauna.
- No hay diferencia significativa en las tasas de cruce de animales en las ubicaciones de las estructuras para cruce versus ubicaciones al azar a lo largo de la carretera.
- Tasas bajas, y que no aumentan, de uso de las estructuras para cruce.

Las posibles respuestas de manejo incluyen:

- Aumento en los esfuerzos para restaurar la vegetación a lo largo de la carretera
- Cercas para guiar a los animales hacia las estructuras para cruce
- Colocar estructuras adicionales en las áreas con mayores tasas de cruce
- Controles de manejo adicionales para reducir colisiones, como restricciones de velocidad u hora de manejo

Administración de datos e informes

Se preparará una base de datos con la información de las cámaras trampa y se elaborará un informe incorporando el valor de los datos de los incidentes, datos de los cruces y datos de la abundancia de mamíferos. El informe brindará una evaluación global de la efectividad de las medidas de mitigación para evitar la mortalidad vial y dará recomendaciones para mejoras de ser necesario.

7.1.3 Monitoreo de aves en la línea de transmisión

Objetivo

El programa de monitoreo brinda la información básica para apoyar la gestión adaptativa de las medidas de mitigación para reducir la mortalidad de las aves y los cortes de energía debido a colisiones, electrocuciones, o uso de las estructuras por las aves.

Planteamiento del monitoreo

El programa de monitoreo tiene dos componentes:

1) Investigación de cortes de energía causados por aves

Para algunas líneas de transmisión eléctrica, las aves son la causa principal de fallas. Por lo tanto, el primer componente del monitoreo es la investigación de los cortes de energía a lo largo de la línea de transmisión para determinar si están relacionados con aves.

Las formas en que las aves pueden causar fallas incluyen:

- Chocar con los cables de transmisión durante el vuelo y hacer puente entre cables adyacentes, causando cortes de energía.
- Lanzamiento de excremento (particularmente, grandes rastros de excremento excretados por aves grandes) y excremento acumulado en sitios donde posan o duermen, produciendo descargas disruptivas cerrando la brecha entre cables, estructuras y contaminando aisladores eléctricos.
- Construcción de nidos usando madera, cables, etc. que causan descargas disruptivas entre conductores y las estructuras de transmisión.

Distintas medidas de mitigación están disponibles para cada uno de estos tipos de fallas, por lo que es importante identificar si alguna de ellas es la causa a fin de que se puedan tomar las acciones correctivas apropiadas.

Los técnicos enviados para hacer frente a los cortes de energía deberán registrar tanta información como les sea posible sobre la causa de la interrupción. La información registrada incluirá la especie del ave que causó el incidente, el contexto (clima, hora del día, etc.), la causa del corte (por ejemplo, colisiones, nidos, posar, excremento) y medidas de mitigación recomendadas.

Los técnicos serán apoyados por un biólogo para la identificación de la especie y toma de información. Se tomarán fotografías de cualquier ave muerta y de la infraestructura de transmisión donde ocurrió la interrupción. Las aves muertas serán etiquetadas, puestas en bolsas de plástico, para confirmar su identificación y causa de muerte.

2) Monitoreo del uso y mortalidad aviaria

Solo un pequeño número de eventos de mortalidad aviaria causarán cortes de energía (por lo general aquellos que involucren a las aves más grandes). La mayoría de la colisiones involucran aves más pequeñas que a pesar de que no causan cortes de energía pueden ser fuentes importantes de mortalidad para las especies involucradas. Evitar las altas tasas de mortalidad de aves causadas potencialmente por las líneas de transmisión, es consistente con el compromiso de MPSA de tener un *Impacto Neto Positivo* en la biodiversidad, al igual que benefician a la compañía directamente al reducir cortes de energía y costos de reparación asociados.

El siguiente programa de monitoreo de uso y mortalidad aviaria de la línea de transmisión brindará la base para la gestión adaptativa de las medidas de mitigación de las aves.

Estudios de línea base en el primer año

Los objetivos de los estudios llevados a cabo en el primer año de la LTE son los siguientes:

- Brindar un estimado de las tasas globales de mortalidad de aves relacionada con la línea de transmisión; y,
- Determinar si existen patrones generales en la mortalidad que pueden formar la base para priorizar esfuerzos futuros de mitigación (si es necesario).

Los pasos generales para el diseño del programa de monitoreo son los siguientes:

- Estratificar el hábitat que cruzan las líneas de transmisión. Los tipos de hábitat pueden incluir vegetación de bosque montañoso primario, bosque secundario de baja elevación, bosque primario de baja elevación, bosques aluviales, etc.
- Enumerar los segmentos de la línea de transmisión (los segmentos deben ser definidos de forma coherente a través de toda la línea).
- Seleccionar aleatoriamente diez o más segmentos en cada uno de los tipos de hábitat para ser examinados.
- Durante cada periodo de monitoreo, cada segmento debe ser examinado diariamente durante siete días.
- Los estudios deben llevarse a cabo por lo menos dos veces al año. Por ejemplo, los estudios deben llevarse a cabo durante la temporada de reproducción (para la mayoría de las aves en Panamá es entre el final de la estación seca y el principio de la estación lluviosa), durante los periodos pico de migración (octubre/noviembre y abril/mayo). También se podrá necesitar monitoreo al final de la estación seca ya que ese es el periodo principal de reproducción de aves.
- Los segmentos de la línea de transmisión deben ser examinados de manera que se pueda estandarizar las variables importantes y así aumentar la comparabilidad de los datos obtenidos en diferentes partes de la línea de transmisión. Los factores para estandarizar incluyen:

    - ✓ *Velocidad del estudio*: la manera y velocidad en la que se lleva a cabo el estudio debe ser estándar. En este momento es prematuro establecer una velocidad ya que se desconoce cuánto despeje irá acompañado con la línea de transmisión y si será posible el acceso de vehículos a lo largo de varios segmentos.

- ✓ *Amplitud del estudio*: además de la velocidad en la que se deben llevar a cabo los estudios, la amplitud de los mismos debe ser estandarizada. Se deben probar diferentes amplitudes al inicio del programa. Se debe seleccionar una amplitud

  que pueda examinarse de forma consistente y a fondo en los diferentes tipos de hábitat.

El diseño exacto del programa de monitoreo debe trabajarse conforme se sepa más sobre el diseño del sistema y las limitaciones en la logística de los estudios a lo largo de diferentes segmentos de la línea de transmisión.

Conforme se supervisan los segmentos de la línea de transmisión, también se debe recolectar información sobre la mortalidad aviaria, nidos, y sitos donde posan y duermen. La información a registrar debe incluir la ubicación del evento, el hábitat por el que la línea pasa, la especie y otros detalles del ave muerta y otras notas de las condiciones, que puedan ayudar al biólogo o veterinario de MPSA a determinar cómo murió el ave. Es importante que se tomen buenas fotografías de cada ave muerta y que las fotos muestren el número del espécimen o de la foto. Las aves se deben poner en una bolsa, etiquetar y traerlas de vuelta al campamento o se deben mover fuera del trayecto del estudio de modo que no se vuelvan a tomar en cuenta en estudios posteriores. La información debe incluir también encuentro de nidos y/o sitios donde posan o duermen, a lo largo de los transectos lineales de monitoreo de la mortalidad.

Monitoreo del uso y mortalidad aviaria

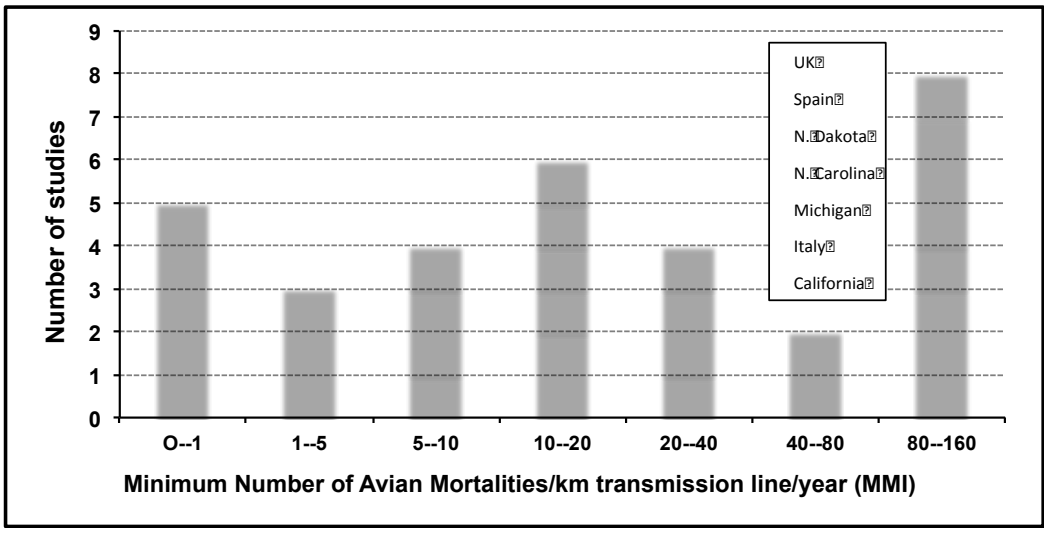
Se debe hacer un planteamiento adaptativo para el monitoreo en los años posteriores. El monitoreo del uso y mortalidad aviaria a lo largo de la línea de transmisión dependerá de varios factores, incluyendo:

- Si los resultados del monitoreo del año uno documentaron niveles significativos globales de mortalidad (refiérase la Figura7.1.3.1 para ver ejemplos de tasas de mortalidad aviaria en todo el mundo).
-

- Si hay resultados en el monitoreo del año uno sobre mortalidad aviaria significativa en Especies de Interés.
- Si los informes de cortes de energía inducidos por aves indican que las aves están causando un número importante de fallas en la línea de transmisión.

Si uno o más de estos factores son verdaderos entonces será necesario hacer esfuerzos más grandes de supervisión (y mitigación) posteriores.

Figura 7.1.3.1: Resumen de las Tasas Mínimas de Mortalidad (MMI, *por sus siglas en inglés*) de aves de estudios en zonas templadas. Las diferencias en las metodologías de monitoreo y la falla en no corregir los sesgos limitan la capacidad de comparar los resultados de diferentes estudios[3].



Indicadores

La Tabla 7.1.3.1 muestra indicadores base y detalles asociados de la mortalidad aviaria y el uso de las líneas de transmisión.

[3]Rioux, S., J.-P. L. Savard, y A. A. Gerick. 2013. Mortalidad Aviaria debido a colisiones en la línea de transmisión: una revisión de los estimados actuales y métodos de campo con énfasis en las aplicaciones de la red eléctrica de Canadá. Conservación y Ecología Aviaria **8**(2): 7

Indicadores de cortes de energía causados por aves

La documentación de los cortes de energía causados por aves será continua y requiere que el personal técnico de MPSA complete informes de incidentes cuando se sospeche que las aves sean la causea de los cortes de energía.

Los datos de los informes de incidentes se compilarán trimestralmente. Los indicadores base incluyen el número total de cortes de energía causados por aves cada trimestre y el número de cada tipo (por electrocución, colisión, nidos, excremento, otros).

Tabla 7.1.3.1: Indicadores y metas para hacer mediciones de los aspectos de la mortalidad aviaria en la línea de transmisión.

Componente del Programa	Indicador	Meta	Frecuencia de medición	Frecuencia de informes
Investigación de cortes de energía causados por aves	a. Número total de cortes de energía causados por aves/trimestre b. Número de cortes de energía causados por aves por tipo/trimestre	0	Trimestralmente	Semestralmente
Monitoreo de mortalidad	a. Número de mortalidades/segmento/semana para diferentes tipos de hábitat b. Número de mortalidades /segmento/semana por especie (especialmente Especies de Interés).	0	Periodos de 7 días durante momentos de alto riesgo identificados por consultoría con expertos (por ejemplo, épocas de migración)	Semestralmente
Monitoreo de nidos	a. Número de nidos /segmento/segmento por tipo de hábitat que potencialmente comprometen[4]las líneas de transmisión	0	Durante momentos de alto riesgo identificados (por ejemplo, épocas de reproducción)	Semestralmente
Monitoreo de sitios donde posan y duermen las aves	a. Número de sitios donde posan y duermen aves/segmento que potencialmente comprometidos/las líneas de energía por segmento	0	Conforme coincida con mortalidad y estudios de nidos	Semestralmente

[4]Aquellas observaciones clasificadas como “riesgo inminente” y “emergencia”.

Los incidentes serán mapeados espaciosamente al igual que analizados con respecto a factores tales como tipo de hábitat y uso de la tierra para ayudar a evaluar si se necesitan medidas de mitigación adicionales.

El número meta de cortes de energía causados por aves es cero, aunque esto sea muy difícil de lograr.

Indicadores de uso y mortalidad aviaria

Los resultados del monitoreo de la mortalidad aviaria causada por las líneas de transmisión se comprende que son valores *relativos*, ya que existe un número de sesgos que son difíciles de corregir con el fin de hacer estimados de las tasa *reales* de mortalidad. Los sesgos incluyen:

- Las tasas de detección pueden estar influenciadas por el tamaño y color de las aves.
- Los animales de rapiña puede eliminar una porción desconocida pero significativa de aves muertas.
- Algunas aves pueden no morir bajo las líneas de energía y ser detectadas en los estudios, sino volar a cierta distancia lejos de la línea de energía antes de morir.
- Las tasas de detección pueden estar influenciadas por el tipo de hábitat.

Como resultado, la mortalidad aviaria típicamente se registra como un "indicador mínimo de mortalidad" (IMM), donde se informa el número de mortalidades sobre una distancia particular y durante un periodo de tiempo. El IMM se entiende que es un estimado mínimo, ya que los sesgos anteriores pueden llevar a que tasas de mortalidad reales sean considerablemente más altas.

El IMM global es igual al número total de eventos de mortalidad documentados durante un periodo de 7 días (1 a la semana), dividido entre el número de segmentos estudiados. Los intervalos de confianza pueden ser calculados tratando cada segmento como un estimado independiente del IMM global. De manera similar, pueden ser calculados los IMM para cada

hábitat. Como se describió anteriormente, cada tipo de hábitat tiene por lo menos 10 estimados aleatorios e independientes de mortalidad, los cuales pueden utilizarse para generar intervalos de confianza.

Los indicadores de nidos y sitios donde posan/duermen las aves son calculados de manera análoga.

Los indicadores del uso y mortalidad aviaria se informan sobre una base trimestral. La meta para todos los indicadores es cero, aunque esto sea difícil de lograr.

Manejo adaptativo

La Figura 7.1.3.1 brinda los resultados de 32 estudios (principalmente de zonas templadas) de mortalidad aviaria. Estos resultados pueden ayudar a MPSA a interpretar los resultados de su programa de monitoreo.

Manejo de Datos e informes

Los resultados de los dos componentes de monitoreo serán ingresados en una base de datos u hoja de cálculo, en cuanto estén disponibles. Esto facilitará los cálculos necesarios y apoyará los informes trimestrales. La información también será mapeada espaciosamente ya que esto ayudará a la identificación de los segmentos problemáticos

7.1.4 Monitoreo de plantas invasivas

Objetivos

Las plantas invasivas se propagan extensa y rápidamente y son difíciles de controlar. Tienden a tener características no deseables (por ejemplo, degradar el hábitat natural) y usualmente no son nativas o son especies "exóticas". Para MPSA, las especies invasivas tienen el potencial de degradar las áreas restauradas, por lo que constituyen una amenaza para lograr el *Impacto Neto Positivo* de la biodiversidad de la región.

Los objetivos de MPSA para la Manejo de plantas invasivas son:

- Reducir o eliminar infestaciones de especies de plantas invasivas.

- Prevenir la propagación de poblaciones nuevas y existentes de platas invasivas dentro del área del proyecto (y más allá) en la medida de lo posible por la vida útil del proyecto.

El monitoreo de las plantas invasivas en el área del proyecto es parte vital del manejo y brinda información importante para el manejo adaptativo. Los procedimientos de monitoreo que se describen en este capítulo detectarán nueva presencia de especies invasivas en el sitio del proyecto y ayudará a evaluar la eficiencia de las medidas de control a través del tiempo.

Planteamiento del monitoreo

Lista de plantas invasivas

El primer paso para el programa de monitoreo de plantas invasivas es desarrollar una lista de especies de plantas invasivas que pueden crecer en el área. Aparentemente no hay una lista

disponible de plantas invasivas en Panamá.[5]. Se consultarán tres fuentes para desarrollar una lista inicial de especies:

- Plantas potencialmente invasivas conocidas identificadas a partir de la literatura científica que serán evaluadas en cuanto a su potencial presencia en el área del Proyecto.

- Se llevará a cabo un estudio inicial de las áreas del proyecto y quizá también sobre áreas similares pero menos remotas a lo largo de la vía de acceso al sito del proyecto (véase la siguiente sección).

Una vez que se haya preparado una lista inicial, ésta será actualizada sobre la base de inventarios y el monitoreo que se haga en el sitio.

También deberá ser compilada cualquier información sobre la ecología, ciclo de vida y fenología de las plantas invasivas que puedan ocurrir en el sitio. Esta información es muy útil en cuanto a

la coordinación del tiempo de monitoreo en las etapas del ciclo de vida donde la detección es mayor y para orientar los objetivos de las opciones de control para las etapas del ciclo de vida donde la efectividad de las acciones de control es mayor.

Ámbito geográfico del plan

El ámbito geográfico del manejo y monitoreo está asociado a las áreas alteradas por el proyecto (huella del proyecto), incluyendo la línea de transmisión, la carretera a la costa, las instalaciones del puerto y el sitio principal de la mina (presa de relaves, almacenamiento de rocas residuales, tajos, canteras, etc.), al igual que el hábitat natural que limita la huella del proyecto. Los sitios de reforestación y restauración son de interés particular, donde las plantas invasivas tienen el potencial de impactar negativamente la inversión que se hará para la recuperación. En este

[5] Enel material presentado a la convención sobre la Diversidad Biológica, Panamá declara que su enfoque con respecto a las plantas invasivas ha sido sobre un número limitado de especies reconocidas como causantes de problemas, pero el país no ha llevado a cabo una evaluación sistemática.

momento se asume que solamente hay un potencial limitado para la propagación de plantas invasivas dentro del hábitats naturales, pero si el monitoreo del efecto de borde (véase la Sección 7.1.5) indica que las plantas invasivas también están afectando el hábitat natural, entonces se deberá implementar un monitoreo y medidas de control frecuentes.

Inventario y Monitoreo

Se seguirá un protocolo básico de estudio de plantas invasivas. Durante su primera implementación los resultados servirán como inventario de referencia (o casi-línea base, dado que el proyecto ya está en marcha). Las aplicaciones posteriores del protocolo de estudio formarán la base de un programa de monitoreo a largo plazo que servirá para detectar nueva presencia de plantas invasivas, documentar el cambio en el tamaño de los registros y evaluar la efectividad de las medidas de control.

Organización del tiempo

Los estudios de plantas invasivas debe llevarse a cabo trimestralmente hasta que se desarrolle un buen conocimiento de la fenología y otros aspectos del ciclo de vida de las plantas invasivas. En este momento los estudios se pueden programar para que coincida con los periodos óptimos para

la detección de especies y/o los momentos óptimos para el control (por ejemplo, antes de la producción de semillas).

Datos Recolectados

Los datos a recolectar serán los siguientes[6]:

1. *Fecha*: la fecha de detección de la planta invasiva.
2. *Observador (nombre)*: miembro del personal que hizo la observación.
3. *Nombre de la Planta*: el nombre científico y común de la planta invasiva (si es posible).

[6]Este conjunto básico de métricas ha sido diseñado para que sea razonablemente coherente con la Asociación de manejo de Especies Invasivas de Norte América, 2002. Estándares de Mapeo de las Plantas Invasivas de Norte América. Disponible en: http://www.naisma.org

4. *Uso/cobertura de la tierra*: tipo de hábitat y la cobertura (área infestada) donde la especie de planta invasiva fue observada.
5. *Ubicación:* las coordenadas UTM del punto central donde fue reportada la especie de planta invasiva.
6. *Identificación (GPS Shapefile)*: el número de referencia del archivo obtenido al caminar en el perímetro de cobertura (área infestada) de las plantas invasivas.
7. *Área Infestada (ha)*: tamaño del área infestada por la planta invasiva. Debe ser definida al delinear (con el GPS) el perímetro de cobertura de la planta invasiva (el perímetro de las copas de los árboles si la especie es un árbol). Las áreas de cobertura con menos de 100 m de brecha se registran como la misma área – si la brecha es mayor, la presencia se registra por separado. Considere replantear las áreas para facilitar la nueva medición.
8. *Superficie total (ha)*: el área más grande de presencia de la planta invasiva como está definida al delinear el área general en la que está presente (no solamente la cobertura de las copas de los árboles de las plantas, como en la medida anterior).
9. *Cobertura de la copa de los árboles de las plantas invasivas*: el porcentaje del suelo cubierto por el follaje de la especie de planta invasiva dentro del Área Infestada.
10. *Comentarios*: observaciones potencialmente relevantes o útiles en el sitio, incluyendo las fuentes potenciales de propágulos de la planta invasiva, más información sobre el sitio (suelos, elevación, aspecto, etc.), observaciones sobre la fenología, información sobre la fecha y el tipo de medidas de control adoptadas en el sitio.

Indicadores

La Tabla 7.1.4.1 muestra los indicadores básicos y detalles asociados para el programa de manejo de Plantas Invasivas de MPSA.

El primer indicador es simplemente la lista de especies de plantas invasivas que tienen presencia potencial, tienen presencia o han tenido presencia en el pasado en el área del proyecto. Esta lista es una herramienta que apoya el diseño y la implementación del monitoreo y esfuerzos de

control. Debe ser actualizada con forme sea necesario y presentada en los informes sobre una base anual.

Tabla7.1.4.1: Indicadores y metas para medir los aspectos del Programa de Manejo de Plantas Invasivas de MPSA.

Componente del Programa	Indicador	Meta	Frecuencia de medición	Frecuencia de informes
Lista de especies invasivas	• Número de especies • Identidad de la especie	N/A	Inicialmente trimestral, luego hacer ajustes según sea necesario	Anual
Incidencia de especies invasivas – área afectada	•"Intensidad de la Infestación" (área infestada*cobertura de copas de los árboles)	0	Inicialmente trimestral, luego hacer ajustes según sea necesario	Semestral
Incidencia de especies invasivas– en áreas recuperadas o restauradas	•"Intensidad de Infestación" (área infestada, % cobertura de la copa de los árboles)	0	Véase la Sección 7.1.7	Semestral
Incidencia de especies invasivas – hábitat natural	•"Intensidad de Infestación" (área infestada, % cobertura de la copa de los árboles)	0	Lo define el Monitoreo del efecto de borde (sección 7.1.5)	Semestral
Efectividad de las medidas de control	•Cambio en la "Intensidad de la Infestación " en áreas tratados •Porcentaje de ocurrencias tratadas	100%	Inicialmente trimestral, luego hacer ajustes según sea necesario	Semestral

Los siguientes tres indicadores brindan información sobre la presencia de las especies invasivas. El indicador es similar a las “hectáreas de hábitat” (véase *La Sección 7.1.7 – Restauración Ecológica y Reforestación de la Comunidad forestal*) en que tanto el área como la intensidad de la infestación están reflejados en el indicador. El indicador es calculado por separado para las áreas afectadas, las áreas restauradas afectadas y el hábitat natural, para cada especie invasiva. Tome en cuenta que la información sobre la intensidad de la infestación del hábitat natural será calculada a partir del monitoreo del efecto de borde (Sección 7.1.5).

Los últimos dos indicadores brindan información sobre la efectividad de las medidas para controlar las especies invasivas. El porcentaje de las ocurrencias tratadas indica la cobertura de las medidas de control. El cambio en la Intensidad de la Infestación brinda información sobre qué tan efectivas son las medidas de control donde han sido implementadas.

Manejo adaptativo

El programa de monitoreo brinda la información necesaria para el manejo de las plantas invasivas de manera adaptativa. La detección temprana y control de nuevas especies invasivas, o nuevas infestaciones de especies que ya han sido documentadas en el área del proyecto, maximiza las posibilidades de que puedan ser controladas de manera efectiva y rentable. El monitoreo de la efectividad de las medidas de control permite que sean modificadas si no se logran los efectos deseados. La información del monitoreo también ayuda al programa a priorizar los esfuerzos necesarios, tales como (i) concentrar los esfuerzos en las áreas donde los valores de biodiversidad son mayores (por ejemplo, en las áreas adyacentes al hábitat natural), o (ii) enfocarse en las especies donde las perspectivas de control son mayores.

Manejo de Datos e informes

El control efectivo de plantas invasivas depende en gran medida del monitoreo y tratamientos oportunos, por lo tanto el manejo efectivo de datos es de suma importancia. La información del programa de monitoreo se debe mantener en una base de datos. La base de datos también debe mantener información de las búsquedas que resultaron sin detecciones de especies invasivas y detalles sobre el tiempo y el planteamiento técnico de las medidas de control.

MPSA se ha comprometido a monitorear las especies invasivas y la efectividad de las medidas de control. Los informes se presentaran inicialmente semestralmente y luego anualmente. El informe dependerá en gran medida del programa de monitoreo e incluirá:

- La lista más actualizada de especies de plantas invasivas del área del proyecto.
- Los indicadores básicos descritos anteriormente.

- Los mapas de presencia de cada una de las especies de plantas invasivas.

El informe también resumirá verbalmente las actividades llevadas a cabo en el año anterior y discutirá las actividades proyectadas para el año siguiente. Los informes continuarán anualmente durante la vida útil del proyecto Mina de Cobre Panamá.

7.1.5 Monitoreo de los efectos de borde

Objetivos

Los impactos biológicos de los proyectos industriales a gran escala, como las minas, comúnmente se extienden como los gradientes de perturbación, o "efectos de borde", en el medio ambiente que lo rodea. Las actividades y aspectos que crean efectos de borde incluyen:

- La iluminación procedente de las instalaciones del proyecto.
- El ruido procedente de las actividades en el sitio del proyecto.
- Aumento en la intensidad de las amenazas tales como la caza ilegal, incendios y especies invasivas.
- Cambios en la penetración del viento y luz (natural) en el interior del bosque, dando lugar a temperaturas más altas y disminución en la humedad, lo que conduce a efectos en cadena elevados de derribos por el viento y cambios en la composición de las especies y abundancia de flora y fauna, incluyendo las Especies de Interés.

A pesar de que la mayoría de los cambios en estructura y composición de los bosques tropicales se dan de 0 a 50 m desde el borde del bosque hacia el interior, los procesos ecológicos importantes tales como la acumulación de hojarascas y las tasas de descomposición pueden verse afectadas a 200 m o más del borde.

El objetivo del Programa de Monitoreo de Efectos de Borde es identificar y medir los efectos de borde creados por la huella de la mina. Los resultados del programa de monitoreo serán usados para refinar los estimados del impacto del proyecto, implementar acciones adicionales de

mitigación y restauración, si es necesario, y contribuir a la comprensión de los impactos positivos netos del proyecto.

Los efectos de borde serán creados para todos los componentes del Proyecto Mina de Cobre Panamá (tajos, presa de relaves, carretera a la costa, línea de transmisión, etc.). Sin embargo, el Programa de Monitoreo del Efecto de Borde se enfocará en el monitoreo de efectos de borde en el área de mina porque en este momento se asume que otros tipos de impactos son más importantes para las carreteras (mortalidad vehicular e impactos a la conectividad) y para las línea de transmisión (mortalidad de aves y murciélagos por colisiones o electrocuciones) que los efectos de borde. En el futuro este supuesto será revisado de ser necesario, lo cual podría requerir una expansión del Programa de Monitoreo del Efectos de Borde.

Enfoque del Monitoreo

El Programa de Monitoreo del Efecto de Borde utilizará un marco de Gradiente Antes-y-Después para el muestreo y análisis de los efectos de borde. El muestreo de plantas y vertebrados se llevará a cabo en las estaciones de muestreo ubicadas a distancias fijas a lo largo de gradientes de múltiples distancias que van desde el borde del bosque hasta el interior del bosque (Figura 7.1.5.1). Se colectará un grupo completo de muestras antes y después del inicio de los impactos del proyecto, en cada transecto por gradiente será monitoreado nuevamente una vez cada cinco años.

Diseño del muestreo

Se tendrá cinco estaciones de muestro ubicadas a distancias fijas a lo largo de cada gradiente de distancia, a distancias que se doblan aproximadamente de 50, 150, 350, 750, y 1550 m desde el borde del bosque. Como se muestra en la Figura 7.1.5.2, las medidas de las distancias se corrigen por la topografía.

En cada estación de muestreo, se establecerá una parcela de vegetación y se monitorearan las poblaciones de anfibios, reptiles, aves y mamíferos (Figura 7.1.5.3). Como los protocolos de muestreo para muchos taxones requieren observación a lo largo transectos de banda estrecha o arreglos lineales de redes o trampas, el muestreo en cada estación se llevará a cabo a lo largo de transectos orientados paralelamente entre sí y el borde el bosque (es decir, a 90°con respecto al eje principal del gradiente de distancia). Por lo tanto, todos los muestreos en una estación determinada se llevarán a cabo a la misma distancia aproximada desde el borde del bosque.

Figura 7.1.5.1: Diseño de monitoreo terrestre para los efectos de borde. Estudios taxonómicos se llevan a cabo en conjunto con transectos de muestreo paralelo ubicados a lo largo de un gradiente de distancia creciente desde el borde del bosque hasta el interior del bosque. Gradientes de distancias múltiples están situados aleatoriamente alrededor del borde de la huella del proyecto.

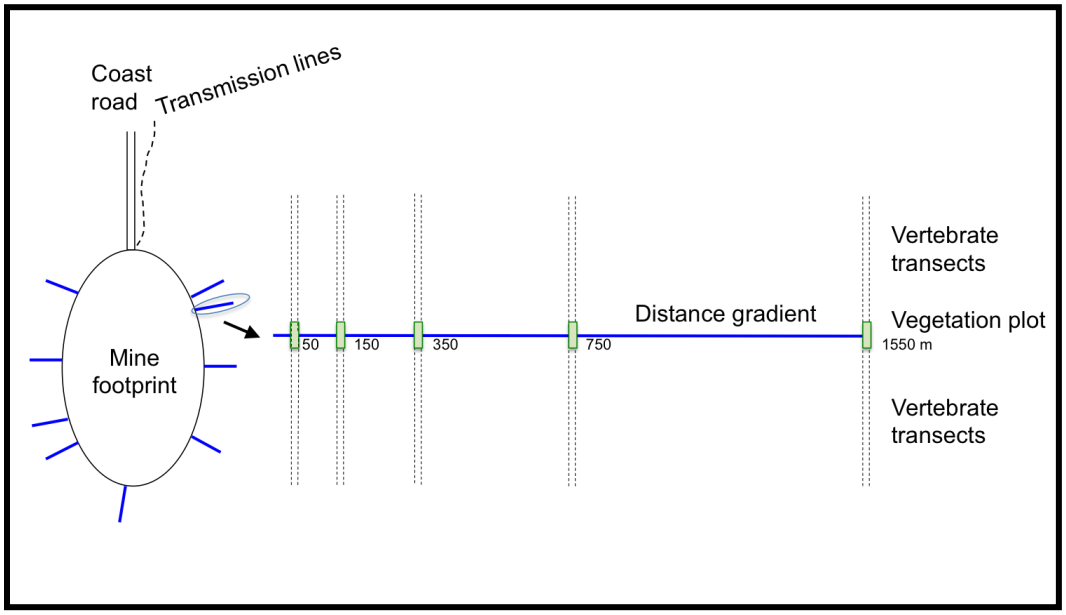


Figura 7.1.5. 2: Sección transversal del gradiente. Tansecto mostrando la corrección de la distancia.

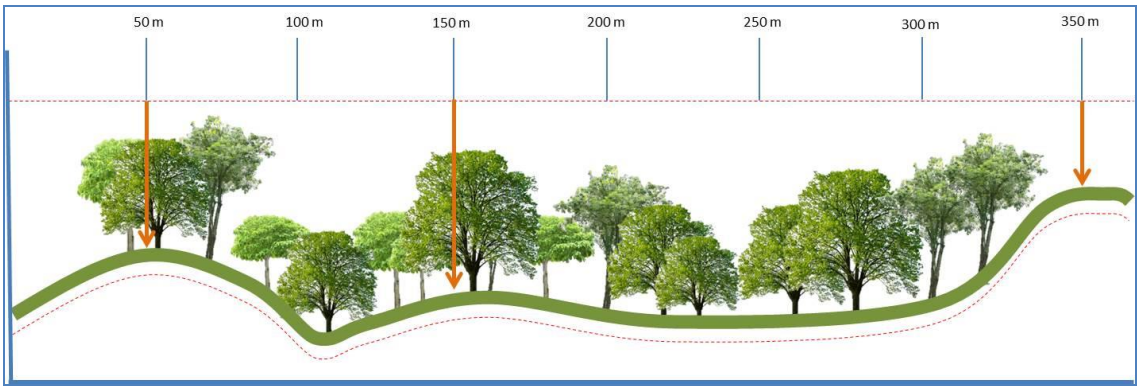
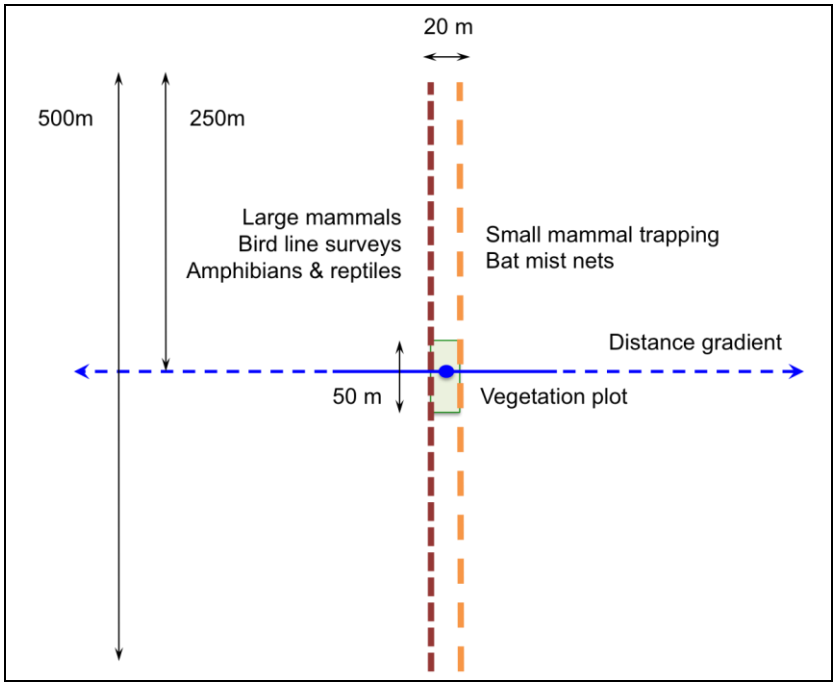


Figura 7.1.5.3: Arreglo de transectos de muestreo en una estación de muestreo individual



Transecto de gradiente

Las mediciones descritas anteriormente para un solo gradiente se replicarán a través de 15 gradientes situados aleatoriamente alrededor del perímetro de la huella del proyecto (en sitio mina). Es importante tener en cuenta que la unidad principal de replicación bajo este diseño de estudio es el gradiente. Por lo tanto, los gradientes adyacentes deberán espaciar no más cerca de la distancia máxima de la correlación espacial entre todas las mediciones. Para las plantas, esto implica una distancia mínima de 500 m entre parcelas. Para estudios de aves, los puntos más cercanos en los transectos de estudio en gradientes adyacentes deberá ser no más cerca de 200-250 m. Con forme los transectos de muestreo se extienden 250 m a cada lado del gradiente de distancia, la distancia entre las líneas medias de los gradientes de distancia adyacentes deben ser mayores que 750 m.

Basado en el análisis del poder estadístico, pueden ser necesarios entre 15-30 gradientes para lograr el poder y precisión adecuada para detectar cambios en las variables de respuesta más débiles. Una vez que se hayan instalado 15 transectos (esto tomará 3 años, asumiendo la instalación de 5 transectos por año) el análisis del poder estadístico deberá repetirse y actualizar el requerimiento para un número total de transectos de gradiente.

El número de gradientes puede ser ajustado en base a un nuevo análisis del poder estadístico. Los muestreos iniciales deben llevarse a cabo con la suficiente antelación de los impactos dentro de la huella del proyecto con el fin de dar tiempo para la instalación y muestreo inicial de gradientes adicionales, según lo determinado por el análisis del poder estadístico. Un diseño hipotético de los primero cinco gradientes y transectos se muestra en la Figura 7.1.5.5**.**

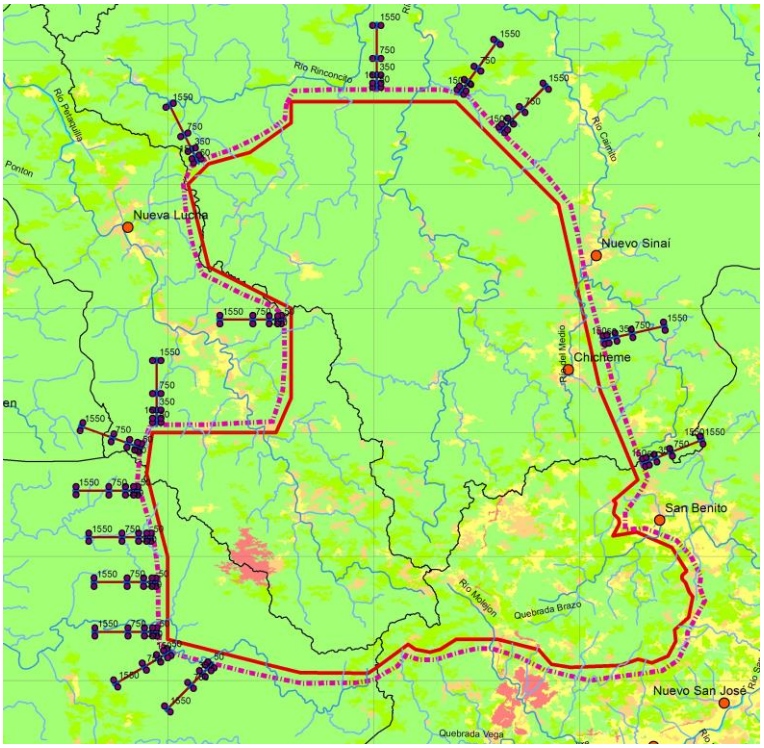
Protocolo de especies

El propósito de esta sección es proporcionar un breve resumen de los protocolos de muestreo de campo para los principales taxones que exige un control en el Proyecto Mina de Cobre Panamá. Un reto importante en el diseño de estos protocolos es asegurar que la intensidad de muestreo sea

aproximadamente equilibrada entre los diferentes protocolos, tales que los requisitos de tamaño de la muestra total (el número de gradientes) sea más o menos el mismo.

Por esta razón, la determinación de la combinación óptima de esfuerzo de muestreo dentro de la muestra (intensidad de muestreo) y la replicación entre - muestra (tamaño de muestra) requiere que nos concentremos principalmente en la capacidad de detectar el cambio en las poblaciones de especies individuales. Como se demuestra a continuación para los anfibios y la flora, los tamaños de muestra que satisfacen estos requisitos para las especies más comunes exceden los requisitos de las medidas a nivel de comunidades.

Figura7.1.5.5: Ejemplo hipotético de una disposición de gradiente de transecto alrededor de la huella del proyecto.



Un desafío adicional en el desarrollo de protocolos de muestreo por taxón es el seguimiento de las poblaciones de especies de interés. Muchas de ellas se encuentran entre las especies más raras en cualquier estudio, los requisitos de tamaño de muestra satisfactorios para estas especies dentro de un marco de seguimiento BAG requerirían muestras de gran tamaño que será imposible obtener, del orden de miles de gradientes de distancia. Por esta razón, puede que no sea posible controlar todas las especies de interés.

Los protocolos de muestreo se describen por separado para cada taxón. A excepción de lo señalado, se siguen los protocolos de STRI (Puerto Pinero et al. 2014), con las modificaciones que sean necesarias para dar cabida a las limitaciones de espacio y los requisitos de muestreo del marco BAG. En algunos casos (por ejemplo, los anfibios y reptiles), los protocolos de muestreo aún no están disponibles para el programa de monitoreo de STRI. En estos casos, se siguen los métodos utilizados anteriormente en Cobre Panamá (ERM 2013). Estos métodos se pueden modificar una vez que se ha completado el protocolo de Monitoreo de STRI.

Anfibios y reptiles: Los anfibios y reptiles se censarán simultáneamente por tres participantes a lo largo de un transecto de 400 m, contando todos los individuos observados dentro de 1 m de cada lado del transecto (para una anchura total de 2 m) y dentro de 2 m desde el nivel del suelo. Todo el transecto debe ser cubierto a un ritmo de 100 m por 30 minutos, de tal manera que todo el corte transversal será efectuado de extremo a extremo en 2 horas. Siempre que sea posible, los individuos encontrados serán capturados, medidos y documentados por los observadores secundarios. Cada transecto será muestreado dos veces en cada estación de muestreo: una vez durante el día y otra en la noche.

Uno de los participantes (el observador principal) es responsable de todas las observaciones, esta persona debe mantener una velocidad constante del progreso a lo largo del transecto, de tal manera que todo el transecto se cubra en 2 horas. Los dos participantes restantes (los observadores secundarios) son responsables de la captación y medición de los individuos. Los observadores secundarios pueden ayudar con la identificación de los individuos observados por

el observador principal, pero las observaciones de las especies no observadas por primera vez por el observador principal no están incluidas en el cálculo final de la abundancia en el transecto.

Otras especies vistas por observadores secundarios, pero no vistas por el observador principal, se registran como observaciones de especies adicionales. Si dos o más participantes son capaces de realizar el papel de observador principal, la persona que realiza el papel de observador principal debe ser asignada al azar por cada visita a cada estación de muestreo para controlar las diferencias entre los observadores en la tasa de detección y capacidad de identificación.

Aves: Las aves se censaran utilizando transectos de línea con las estimaciones de distancia. Por razones de espacio, se recomienda muestreos lineales que se llevaran a cabo por un solo observador caminando de extremo a extremo a lo largo de un transecto de 500 m desde las 06:00 hasta las 09:30 horas y de las 16:00 hasta las 18:30 horas. Durante el estudio, los observadores caminan de un lado del transecto al otro, registrando las especies y la distancia a todos los individuos vistos o escuchados. El observador debe caminar a una velocidad tal que la totalidad de 500 m del transecto se recorra en 3.5 horas.

Murciélagos: Los murciélagos serán capturados con 6 pares de redes de niebla de 12 m de longitud. De cada par, una red se coloca en el sotobosque y la otra en el estrato medio. El par de redes se instalarán en seis estaciones de muestreo espaciados uniformemente a lo largo de un transecto de 250 m. Las redes se abrirán en la noche, a partir de 18:00-22:00 hrs. Cada red de niebla debe ser revisada al menos cada media hora. Todas las especies capturadas se identifican, miden y se liberan.

Mamíferos pequeños: Los mamíferos pequeños serán censados mediante la captura durante cuatro (4) mañanas consecutivas en 20 estaciones de trampeo situadas a 20 m de distancia a lo largo de un transecto de 500 m de captura. Cada estación de muestreo consiste en 4 trampas Sherman y 4 trampas Tomahawk, con un par de cada tipo de trampa situada directamente sobre el suelo y el otro par situado en la vegetación 1-2 m por encima del suelo. Las trampas se

instalarán la noche anterior y serán registradas en la mañana de 07:00-11:00 horas. Antes de su liberación, todos los individuos capturados en las trampas se identifican y miden de acuerdo a los protocolos de ERM (2013).

La captura se lleva a cabo a lo largo del mismo transecto utilizado para las redes de niebla de los murciélagos.

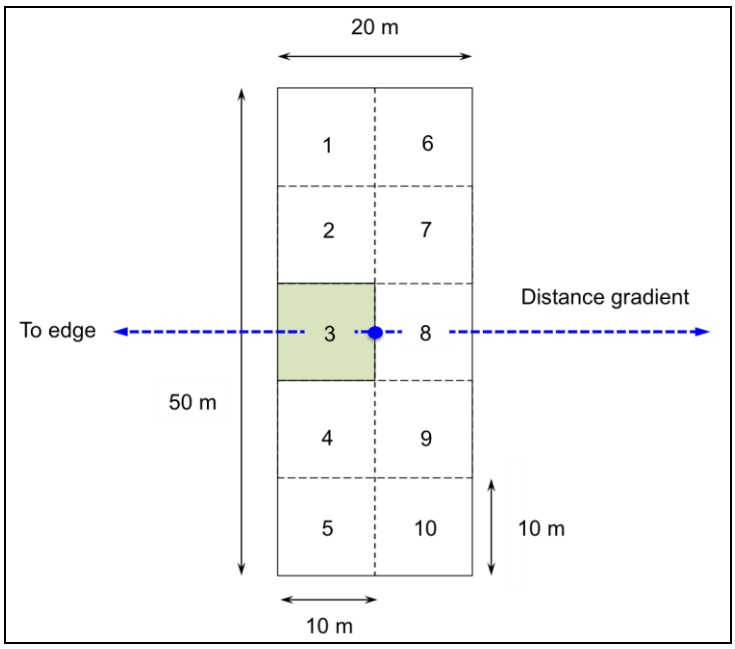
Mamíferos pequeños y medianos: Los mamíferos grandes son muestreados por 2 observadores caminando por un transecto rectilíneo de 1,000 m en 4 hrs. El transecto se muestreará dos veces durante cada evento de censo - una por la mañana (06:00-08:30 horas) y otra por la noche (18:00-22:00 horas). Se utilizaran detecciones visuales y de audio así como rastros de excrementos y huellas. Teniendo en cuenta que debido a las bajas tasas de detección de esta metodología para grandes mamíferos y la variedad de métodos de detección utilizados, este método no puede proporcionar información sobre la abundancia de las especies individuales, sólo de presencia-ausencia, así como la riqueza de especies en la comunidad.

Flora: Se muestreará la comunidad vegetal, biomasa, densidad y composición taxonómica en parcelas permanentes de 0,1 hectáreas (1.000 m2) de 20 x 50 m (Figura7.1.5.6). Cada parcela estará alineada sobre la línea de la parcela de gradiente. Los árboles con tallos > 2,5 cm DAP (diámetro a la altura del pecho) se censarán en toda la parcela y las plantas con tallos > 1 cm DAP serán censados en una subparcela central de 10 x 10 m.

Durante el establecimiento inicial de la parcela, las esquinas de cada subparcela 10m x 10m serán marcadas permanentemente con un poste de PVC. Las subparcelas están numeradas como se muestra en la figura.

Para cada especie se registrará: DAP, PDM (punto de medición) y el hábito (árbol, liana, hemiepífita). Para los árboles con tallos múltiples, se mide cada tallo tan grande como el tamaño del tallo mínimo. El vástago más grande de cada árbol será marcado con una etiqueta permanente con el número de trama secundaria seguido de un guión y un número entero consecutivo para identificar el árbol individualmente.

Figura 7.1.5.6: Parcela de muestreo de plantas leñosas. Los tallos ≥10 cm DAPse muestrean dentro de la totalidad de la parcela 20 x 50 m. Los tallos ≥1 cm DAPse muestrean dentro de la subparcela central 10 x 10 m (señalada en verde).



Los individuos encontradas dentro de cada parcela serán identificados, dentro de lo posible, a nivel de especie, y en casos que esto no sea posible o los especímenes infértiles, se procederá a recolectar 3 muestras representativas que serán preservadas para su posterior identificación.

Las muestras de ciertas estructuras delicadas que se pudieran deteriorar se colocarán en bolsas plásticas transparentes con cierre hermético. Las características de las plantas recolectadas se anotaran en una libreta de campo. Todos los registros de flora de cada sitio de evaluación serán geo referenciados.

Las muestras que no puedan ser secadas de inmediato se procesarán con alcohol al 70% para preservarlas e impedir que estas se dañen o sean atacadas por hongos.

Se elaborarán las listas de especies de flora EdI, por tipo de vegetación, estas incluirán científico y nombre común.

Indicadores

Los indicadores se pueden dividir en los que se miden para cada especie (por ejemplo, la abundancia) en comparación con el nivel de la comunidad (por ejemplo, la riqueza de especies) (Figura7.1.5.9). Los Indicadores a nivel de especies se miden principalmente para las Especies de Interés (EdI).

Figura 7.1.5.9: Métricas clave para el monitoreo, nivel de monitoreo, y organismos meta, cuando aplique. EdI=Especies de Interés.

Métrica	Nivel de supervisión	Grupos taxonómicos	Subgrupos
Abundancia	Especie	Vertebrados y plantas	EdI
Estado de las poblaciones	Especie	Vertebrados y plantas	EdI
Distribución	Especie	Vertebrados y plantas	EdI
Riqueza de la especies nativas	Comunidad	Vertebrados y plantas	Todas las especies nativas
Riqueza de la especies invasivas	Comunidad	Vertebrados y plantas	Especies invasivas
Composición taxonómica	Comunidad	Plantas	Todas las especies autóctonas
Densidad de árboles grandes	Comunidad	Plantas	Plantas
Biomasa total del bosque	Comunidad	Plantas	Plantas
Abundancia relativa de las formas de crecimiento	Comunidad	Plantas	Plantas

Análisis de Datos

Para cada indicador, la evidencia e intensidad del impacto global pueden ser evaluadas utilizando el Diseño Lineal Mixto (LMM, *por sus siglas en inglés*). El LMM apoya los diseños de muestreo anidado y el submuestreo — ambos de los cuales están presentes en los diseños de

monitoreo BAG. Mientras que los planteamientos estadísticos tradicionales requieren una independencia estricta de las muestras, el LMM permite submuestras no-independientes como efectos aleatorios.

Manejo adaptativo

Los siguientes resultados de monitoreo podrían indicar que los efectos de borde son más importantes de lo previsto:

- Cambios excesivos en la estructura y composición del bosque extendiéndose a más de 50-100 m dentro del bosque adyacente.

- Cambios excesivos en las comunidades de fauna, incluyendo las EdI, extendiéndose a más de 50-100 m dentro del bosque.
- Especies invasivas de flora y fauna penetrando en el bosque.
- Evidencia de factores de estrés extendiéndose en el bosque, incluyendo incendios, deposición de polvo.

Las posibles respuestas de Manejo incluyen:

- Actualizar los cálculos del impacto para captar con mayor precisión el impacto real del proyecto Mina de Cobre Panamá.
- Implementar medidas de control para las especies invasivas.
- Implementar controles adicionales de iluminación, polvo y auditorías para reducir los impactos de las actividades del proyecto.

Manejo de datos e informes

- Se creará una base de datos con la información de campo recolectada.
- Se preparará un informe con los datos de los efectos de borde recolectados anualmente y se calculará (o volverá a calcular, después del primer año) los indicadores incorporando

los datos del año en curso. Estos datos serán presentados anualmente en los informes de seguimiento.

- Se revisarán los resultados y determinará si se necesitan medidas de mitigación adicionales.

7.1.6 Especies de interés

Los requerimientos de monitoreo para el área operativa que están asociados con las Especies de Interés han sido cubiertos en otras subsecciones de la Sección 7.1. Una vez que los Planes de Acción de Especies se hayan completado, se debe revisar y actualizar esta subsección según sea necesario. Dadas las dificultades para lograr los tamaños apropiados de las muestras de especies raras, puede que no sea posible monitorear todas las Especies de Interés.

A continuación se indica un lista inicial de las métricas que podrán ser utilizadas:

Anual	Riqueza de las especies de flora Riqueza de las especies de fauna Número de EdI de flora Número de EdI de fauna	Dentro de los 6 meses siguientes al periodo de informes
Anual	Estado de las poblaciones de EdI	Dentro de los 6 meses siguientes al periodo de informes
Anual	Índices de abundancia de las EdI Distribución de las EdI	Dentro de los 6 meses siguientes al periodo de informes

7.1.7 Monitoreo de la Restauración Ecológica y Reforestación

Objetivos

En conformidad con las obligaciones de MPSA bajo la licencia medioambiental otorgada por el Gobierno de Panamá, la compañía está comprometida con la restauración de bosques en 3,100 hectáreas dentro de la huella del Proyecto, y 7,375 hectáreas fuera de la huella del Proyecto. Las metas de estas actividades son:

- Estabilización de la huella del Proyecto después del cierre
- Restauración del hábitat crítico
- Mejora de la conectividad dentro del Corredor Biológico Mesoamericano (CBMAP)
- Creación de sitios de reintroducción para las Especies de Interés (EdI)
- Compensación para los impactos negativos sobre los recursos hídricos dentro de la huella del Proyecto
- Generación de un impacto Neto Positivo en la biodiversidad.

MPSA también busca generar beneficios económicos y sociales para las comunidades alrededor de la mina y en el área de Donoso a través del programa de reforestación.

Planteamiento del monitoreo

El monitoreo de la reforestación que se realice fuera de la huella del proyecto, es decir, 7,375 hectáreas, estará definido en cada uno de los respectivos Planes de Reforestación que se presente ante ANAM y cuyo contenido está establecido por ley mediante la resolución "AG-0151-2000 de 22 de mayo de 2000. "Por la cual se establecen los Parámetros Técnicos Mínimos en la Presentación por parte de los Reforestadores ante la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), del Plan o Proyecto de Reforestación y del Informe Técnico Financiero", el cual indica en el numeral 10 del "primer resuelve" la obligación de tener un componente de investigación.

En el caso de la restauración dentro de la huella del proyecto, es decir, 3,100 hectáreas, se procederá con la metodología que se presenta a continuación.

Hectáreas de Hábitat (HH)

El planteamiento de HH genera una medida cuantitativa estandarizada de la biodiversidad, que se expresa en términos de "Área x Calidad", para cada tipo de hábitat de interés. La "calidad" de un hábitat es su condición ecológica relativa a un hábitat no alterado o "punto de referencia" de ese hábitat, que se expresa como una proporción (el "Coheficiente de Calidad"), donde 0 es completamente degradado y 1 es idéntico al punto de referencia. La condición ecológica, a su vez, está basada en los valores de los Indicadores Ecológicos claves (IEs) relativos a los valores del punto de referencia para el mismo hábitat. Los ejemplos de IEs incluyen el número de especies, número de árboles grandes y el tamaño y aislamiento de los parches del hábitat. La condición ecológica para un hábitat particular se calcula como un promedio ponderado de las razones focales al punto de referencia para todos los IEs.

La aplicación del marco teórico de HH involucra 5 pasos:

1. Identificación y mapeo de los tipos de hábitat dentro del área del proyecto
2. Selección de los Indicadores Ecológicos
3. Determinación de las condiciones del punto de referencia para cada tipo de hábitat
4. Mediciones de las condiciones ecológicas de los sitios focales

5. La comparación cuantitativa del punto de referencia y los sitios focales para calcular la calidad del hábitat focal.

Al hacer mediciones de los Indicadores Ecológicos en los sitios de punto de referencia que son representativos del hábitat alterado, y comparándolos con las mediciones de los mismos Indicadores Ecológicos en los sitios alterado o restaurados, se puede cuantificar el impacto de tanto la alteración ecológica como la mitigación ecológica sobre la calidad del hábitat.

Tamaño de la Muestra

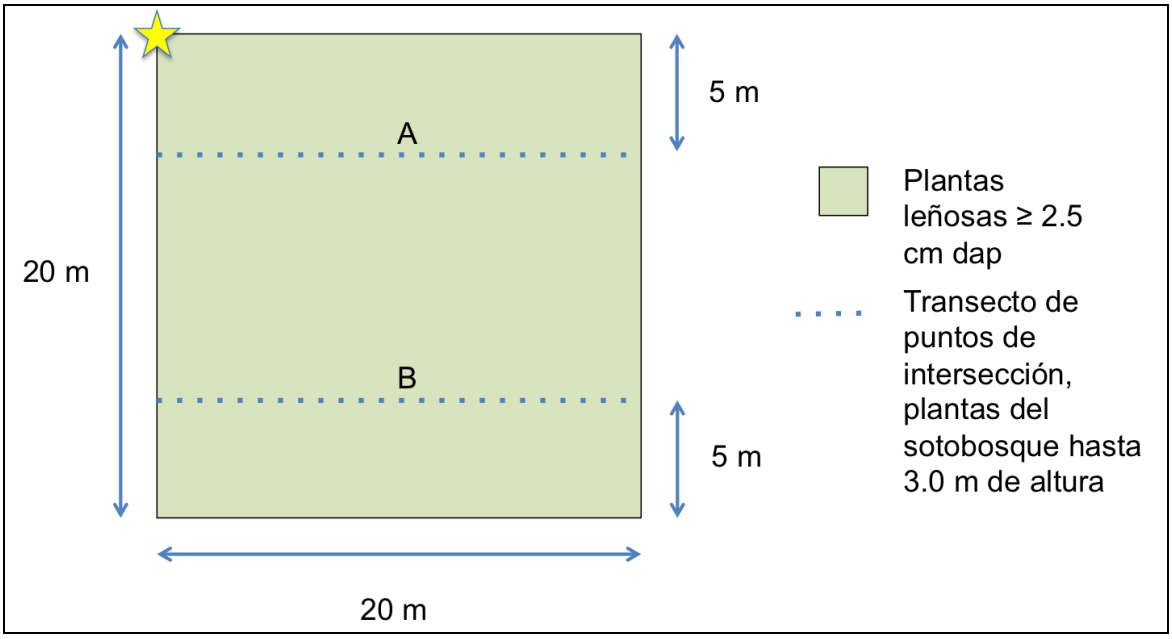
Idealmente, los tamaños de las muestras dentro de cada hábitat o bloque de hábitat focal deberá ser lo suficiente para detectar una respuesta media (cambio) en la puntuación global de las Hectáreas de Calidad de por lo menos 20% a una potencia de 0.80. Con base en otros lugares, se espera que un tamaño de muestra de 5-8 estudios por tipo de vegetación sea suficiente para lograr este nivel de respuesta (Boyle, datos no publicados), a pesar de que puede ser necesario actualizarlo en el futuro.

Monitoreo del diseño de la parcela

Todas las parcelas del inventario, incluyendo las parcelas de los puntos de referencia y aquellas instaladas en los sitios focales, necesitarán los siguientes criterios con el fin de permitir la aplicación del marco de HH en:

- *El tamaño de la parcela*–Todas las parcelas medirán 20 m x 50 m (0.1 hectáreas). Esta es la misma área total delas parcelas estándar del inventario botánico establecido en la región, y permitirá la comparación de datos recolectados en los sitios focales con el rango más amplio de datos de la vegetación del punto de referencia.
- *Mediciones de árboles* –Las especies cuyos tallos tengan un diámetro mayor de 2.5 cm a la altura del pecho (una altura de 1.3 m del suelo, comúnmente conocida como DAP) serán medidos en cada periodo de censo, e identificados por especie.
- *Otras mediciones de la vegetación* – Se establecerán 2 transectos de punto de intercepción de 50 m a través del eje más largo de cada parcela, comenzando desde los puntos 5 y 15 a lo largo del eje más corto. Las especies cuyos diámetros sean menores de 2.5 cm de DAP serán anotadas en los puntos ubicados cada 50 cm a lo largo del transecto, comenzando en 0.5 m e incluyendo 50 m (generando un total de 100 puntos de muestra por transecto de punto de intercepción).

Figura 7.1.7.1 Diseño de la parcela de Hectáreas de Hábitat. Todas las plantas leñosas con un DAP de 2.5 cm o más serán medidas, etiquetadas e identificadas por especie dentro la parcela de 20 m x 20 m. La abundancia relativa de la vegetación de menor estatura será medida en 80 puntos a lo largo de los dos transectos de punto de intercepción (40 puntos en cada transecto). Las esquinas de las parcelas y el inicio y fin de cada transecto de 20 m serán marcados con barras pintadas u otras marcas permanentes apropiadas. La esquina noreste de la parcela (marcada con una estrella) se debe marcar distintivamente, para facilitar la reubicación de los límites de la parcela.



Mediciones de campo

Mediciones de plantas leñosas en la parcela de 400 m^2

Toda planta leñosa con un DAP de 2.5 cm o mayor será medida, identificada por especie, se le asignará un número secuencial (comenzando en "1" en cada parcela), y se tomará nota de su crecimiento. Las formas de crecimiento serán registradas como "árbol" (una planta leñosa que tiene sus raíces en el suelo y que es principalmente autosuficiente), "liana" (una planta leñosa que tiene sus raíces en el suelo pero que crece hacia arriba principalmente con el apoyo de otras planta), y "hemiepífita" (una planta que se establece en la copa de un árbol y subsecuentemente establece una conexión con el suelo a través de raíces aéreas). La Figura 7.1.7.2ilustra estas tres formas de crecimiento. Para efectos de monitoreo, no se hace distinción entre árboles y arbustos. Cualquier planta leñosa que sea autosuficiente que cumpla o exceda el umbral DAP de 2.5 cm es considerada un árbol.

Para ser incluido, el punto de origen de cada planta (el centro de su tronco en la superficie del suelo) debe estar dentro de los límites de la parcela. Si una planta cruza el límite de la planta, se tomará en cuenta solo si más de la mitad de su tronco está dentro de la parcela, y se excluirá si menos de la mitad de su tronco está dentro de la parcela. La lianas deben originarse dentro de la parcela; las lianas que tengas sus raíces fuera de la parcela pero crecen dentro de la parcela serán excluidas, aunque se apoyen en un árbol que crece dentro de la parcela.

Si una planta extiende sus ramas más abajo de la altura del pecho, se medirá el diámetro de todos los tallos que tengan un DAP igual o mayor de 2.5 cm (Figura 7.1.7.3). Tenga en cuenta que la altura del pecho se define como el punto a 1.3 m de la base de la planta desde la superficie del suelo y no necesariamente en una línea vertical (Figuras 7.1.7.2, 7.1.7.3y 7.1.7.4).

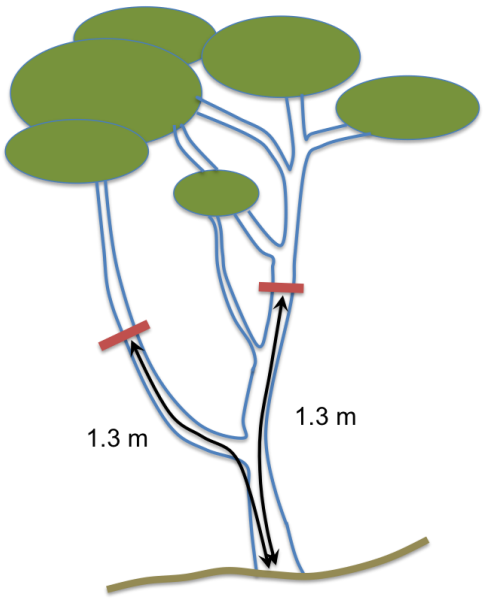


Figura 7.1.7.3: Mediciones de un árbol con más de un tallo a la altura del pecho. Las líneas rojas indican puntos de medición para los tallos que bifurcan por debajo de 1.3 m.

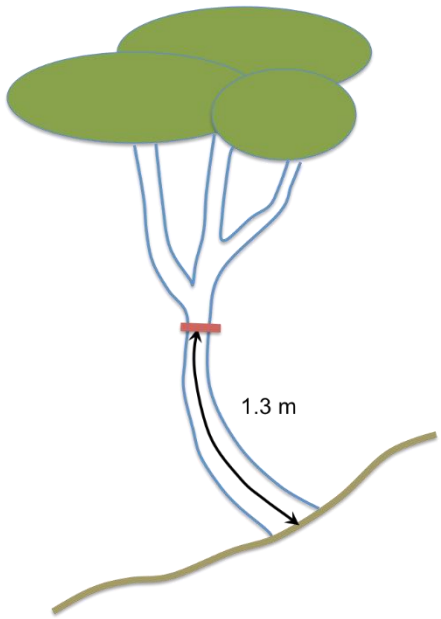


Figura 7.1.7.4: Mediciones de un tallo curvo. El diámetro debe ser medido a 1.3 m de la base del tallo, siguiendo la forma del tronco (indicado por la línea roja).

Medición de las plantas del sotobosque a lo largo de los transectos de punto de intercepción

Las plantas del sotobosque se registran en tres estratos en cada uno de los 40 puntos a lo largo de cada transecto de punto de intercepción, para un total de 80 puntos por parcela. La meta es determinar la cobertura relativa de las especies terrestres de plantas del sotobosque. Por lo tanto, sólo las plantas vasculares que tienen sus raíces en el suelo serán registradas. Las epifitas no deben ser incluidas. Los tres estratos se definen en la Tabla 7.1.4.

Tabla 7.1.4. Estratos de muestreo vertical para uso en mediciones en transectos de punto de intercepción**.**

Estrato	Altura (m)
Pequeño	≤0.5
Mediano	>0.5-1.5
Alto	>1.5-3.0

Los puntos de muestreo están ubicados cada 50 cm a lo largo de los transectos. El primer punto está ubicado a 50 cm desde el inicio de cada transecto, el segundo a 1 m del inicio, el tercero a 1.5 m del inicio y así sucesivamente, hasta el 40vo punto, que cae en el límite opuesto de la parcela. Todas las especies de plantas vasculares, autosuficientes cuyas hojas o tallos crucen cada punto de muestreo serán registradas, con una anotación aparte por cada uno de los tres estratos una sola vez por cada estrato, incluso si se producen varios individuos de la misma especie en el mismo estrato. También tenga en cuenta que la misma especie (y el mismo individuo) puede ser registrada varias veces si cae en varios estratos.

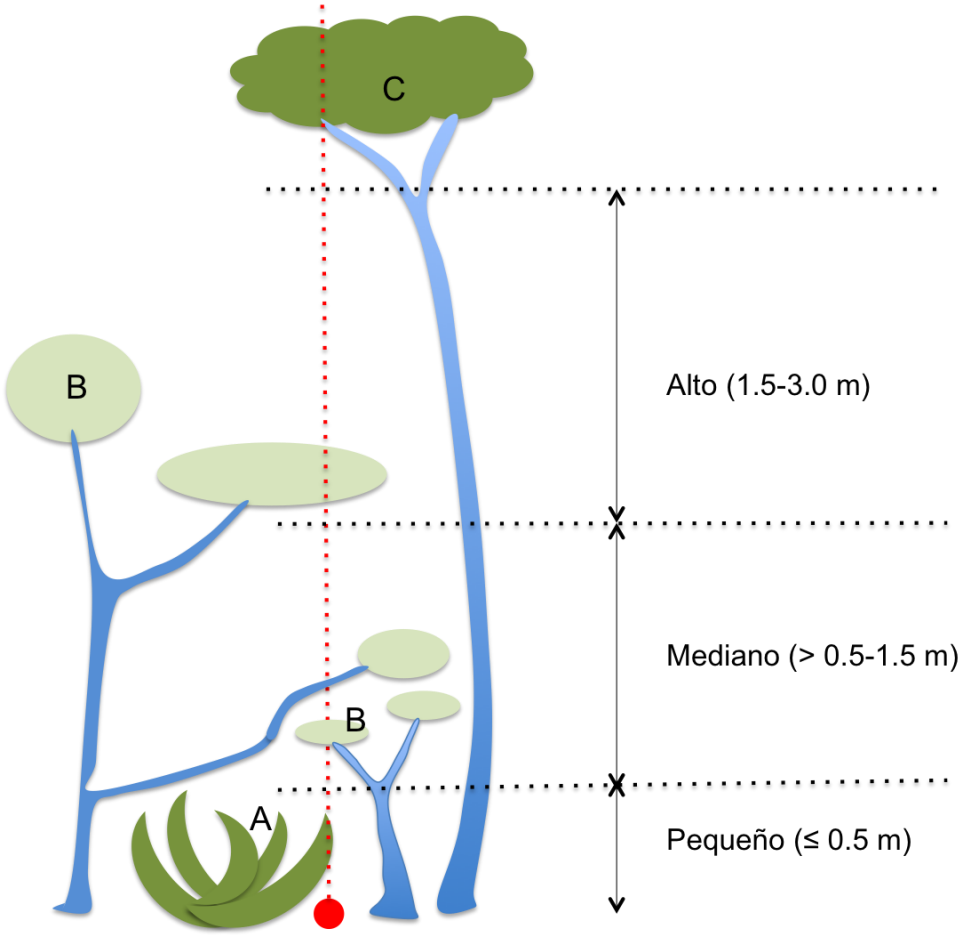


Figura 7.1.7.5.Medición de plantas a lo largo de los transectos de puntos de intercepción. El punto rojo indica un punto de muestreo a lo largo del transecto de punto de intercepción. La línea roja punteada indica una línea vertical directamente por encima del punto de muestreo. Las flecha negras indican los límites de cada estrato. La especie "A" se encuentra una vez, en el estrato "pequeño"; mientras que la especie "B" se encuentra dos veces, una en el estrato "mediano" y una en el estrato "alto". La especie "C" no se toma en cuenta, ya que no se presenta dentro de alguno de los estratos. También tenga en cuenta que la especie "B" se registra una sola vez en el estrato mediano, a pesar de que ahí se encuentran dos individuos.

Descripción del sitio

Una descripción básica del sitio será registrada para cada parcela de medición. Las variables que serán registradas incluyen el tipo de vegetación (bosque secundario, parcelas agroforestales, plantaciones comerciales, etc.), la pendiente, el aspecto y cualquier otra característica relevante

para la interpretación de los datos de la parcela (por ejemplo, evidencia de alteraciones, tipo de suelo, condiciones, etc.), al igual que las coordenadas GPS del centro de la parcela.

Recolección de datos de referencia

Con el fin de demostrar el impacto de las actividades de mitigación de MPSA, se establecerán parcelas y se tomarán mediciones preliminares antes del inicio de cualquier actividad de reforestación o restauración (incluyendo la preparación del sitio). Sin las mediciones de referencia, MPSA será incapaz de demostrar la calidad completa del hábitat, carbono, y otros beneficios de sus actividades de reforestación y restauración.

Frecuencia de Monitoreo

El monitoreo de cada sitio restaurado se hará una vez cada año durante sus tres primeros años y posteriormente se realizará cada 5 años.

Indicadores

La Tabla 7.1.5 muestra un conjunto inicial de indicadores para el programa de restauración y reforestación. Una vez que el programa haya sido desarrollado más a fondo, se podrán revisar indicadores específicos y programas asociados de monitoreo según sea necesario.

Manejo adaptativo

El programa de monitoreo para la restauración y reforestación ecológica de MPSA brinda datos necesarios para permitir el manejo adaptativo del programa para lograr los objetivos de MPSA. El programa hará los ajustes necesarios para asegurar que se están logrando los objetivos en relación a los Coeficientes de Calidad del Sitio esperados.

Tabla 7.1.5: Indicadores de biodiversidad arbórea para el programa de reforestación y restauración ecológica

Componente del programa	Indicador	Meta	Frecuencia de medición	Frecuencia de informe
Restauración de hábitat crítico	Coeficiente de la Calidad de las Hectáreas de Hábitat multiplicado por el número de hectáreas en cada tipo de hábitat afectado	Por establecer, para cada tipo de hábitat	Cada 5 años	Cada 5 años
Generación de un Impacto Neto Positivo en la biodiversidad	Coeficiente de la Calidad de las Hectáreas de Hábitat multiplicado por el número de hectáreas en cada tipo de hábitat afectado	Por establecer, para cada tipo de hábitat	Cada 5 años	Cada 5 años.
Creación de sitios para la reintroducción de EdIs	*Por definir, al término de los planes de acción para especies*	*Por definir, al término de los planes de acción para especies*	*Por definir, al término de los planes de acción para especies*	*Por definir, al término de los planes de acción para especies*
Beneficios socio-económicos para las comunidades	*Comparación entre lo que produce una hectárea bajo reforestación con lo que produciría bajo otro sistema*	*Lograr desarrollar reforestación que generemas beneficios económicosy ambientales que los actuales.*	*Anual*	*Anual*
Control de erosión de suelo y beneficios de la calidad del agua	*Medición de la turbidez del agua*	*Mantener el cauce de las fuentes de agua con los niveles de turbidez establecidos en la norma*	*semanales*	*mensuales*

7.1.8 Rescate de flora y fauna

Con base a los Planes específicos de Acción para las Especies EdI, puede ser necesario realizar monitoreo para evaluar la efectividad de los planes. Concretamente, puede ser deseable el monitoreo de las especies EdI provenientes de los programas de conservación ex situ, cuando estas sean reinsertadas al hábitat natural. Esta sección del plan debe ser actualizada una vez que los planes de acción hayan sido desarrollados.

7.2 Ecosistema de agua dulce

Asociado con el monitoreo del ecosistema de agua dulce está el monitoreo de la calidad y cantidad del agua superficial (véase las Secciones 4.1 y 4.2), el manejo del control de sedimentos (véase la Sección 6.0), y la prevención de la caza y la pesca (véase la Sección 7.1.1).

7.2.1 Objetivos

En general, el monitoreo del ecosistema de agua dulce está dirigido a asegurar que los controles ambientas para los efluentes, sedimentos, agua y otras medidas de mitigación sean efectivas para la protección de la viabilidad de los ecosistemas acuáticos de agua dulce alrededor de las operaciones de la mina. Los objetivos principales del monitoreo del ecosistema de agua dulce son:

- cumplir los compromisos del EsIA
- asegurar que el diseño ambiental y controles implementados sean efectivos para la protección de los ecosistemas acuáticos
- desarrollar un programa de monitoreo que permita la evaluación de las tendencias a largo plazo

Los compromisos del EsIA exigen que el monitoreo se lleve a cabo de manera que confirme que los ecosistemas acuáticos están protegidos de la erosión y otros impactos. Como se describe a continuación, la metodología principal para cumplir con los objetivos indicados es la

implementación de un programa de Monitoreo de Efectos Ambientales (*EEM, por sus siglas en inglés*).

7.2.2 Criterios

Existen criterios específicos para cada uno de los diferentes componentes del programa EEM, los cuales se discuten en las secciones siguientes. En general, el método EEM es un planteamiento de monitoreo basado en la estadística científica que puede ser usado para evaluar efectos potenciales en los ecosistemas acuáticos debido a las actividades del proyecto. El programa está basado en parámetros biológicos, pero también incluye evaluaciones adicionales de las condiciones físicas y químicas.

7.2.3 Sitios de monitoreo

La ronda inicial de muestreo para el programa EEM se llevó a cabo en abril del 2012 por EcoMetrix (2012). El programa EMM utiliza un diseño experimental de Control de Impactos Antes y Después (BACI, *por sus siglas en inglés*). El evento en abril del 2012 se hizo antes de cualquier actividad significativa en el sitio por lo que sirve como un evento de muestreo "antes". El diseño depende del establecimiento de sitios de muestreo cercanos al proyecto (Punto de Muestreo Cercano), sitios de muestreo río abajo (Punto de Muestro Lejano) y sitios de muestreo de Referencia que son áreas que no serán influenciadas por el proyecto. En lo posible, fueron utilizados, para el EEM, los sitios de muestreo como parte de la referencia de la línea base del EIAs. La Tabla 7.2.1 lista las ubicaciones de muestreo, que son mostradas en la Figura 7.2.1.

Tabla 7.2.1: Sitios de muestreo del programa EEM del 2012

Rio	Nombre	Tipo de Punto	Coordenadas		Descripcion
			Easting	Northing	
Rio Hoja	**Ref Hoja**	Referencia	537121	990012	Ubicado sobre el brazo principal
Rio Rinconcito	**Ref Rinconcito**	Referencia	535002	989768	Ubicado sobre un pequeño tributario
Rio Caimito	**PMC Caimito**	Punto de Muestreo Cercano	536373	988352	Sobre Rio Uvero, aguas debajo de la descarga de los relaves
	PML Caimito	Punto de Muestreo Lejano	536244	991898	Ubicado sobre el cauce del Rio Caimito
Rio Botija	**PMC Botija**	Punto de Muestreo Cercano	541972	976567	Sobre el Rio Botija, aguas abajo del tajo, en San Benito
	PML Botija	Punto de Muestreo Lejano	549121	974840	Sobre el Rio San Juan de Turbe,mas alejado del tajo
Rio Petaquilla	**PMC Petaquilla**	Punto de Muestreo Cercano	531420	980178	Sobre el cauce del Rio Petaquilla, en campamento Lata, aguas debajo de los tajos Colina y Valle Grande

El programa EEM puede ser modificado en el futuro, con la incorporación de nuevos sitios de muestreo o moviendo los sitios de muestreo actuales, pero las métricas del muestreo y las metodologías tienen que ser consistentes.

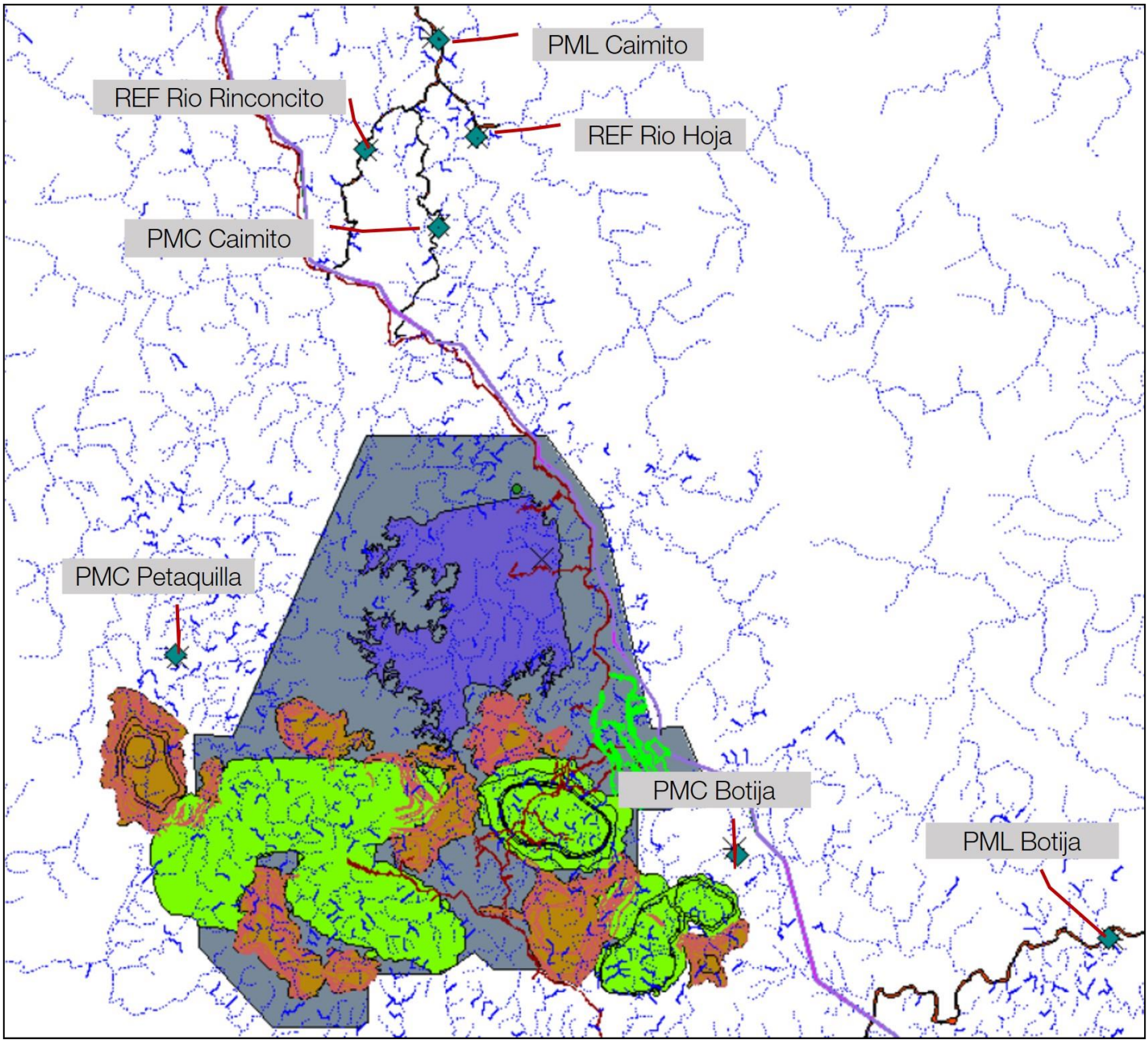
7.2.4 Flora y Fauna

El enfoque del programa EEM es evaluar la salud del ecosistema acuático, que es evaluado principalmente usando las comunidades de peces y macroinvertebrados bentónicos. Para permitir la comparación estadística entre los sitios de muestreo y las fechas, el esfuerzo de muestreo debe ser lo suficiente para cumplir con los requisitos del análisis estadístico. El nivel de muestreo depende del grado de variabilidad, de manera que el análisis estadístico debe ser actualizado durante el periodo de monitoreo para asegurar que se cumplan los requisitos.

El clima en los ambientes tropicales tiende a estar definido por dos estaciones – lluviosa y seca. Idealmente, el EEM de llevarse a cabo durante la estación seca ya que los flujos bajos permiten un muestreo más efectivo de peces y macroinvertebrados. En lo posible, el calendario también debe considerar los periodos de reproducción de peces y macroinvertebrados. Si es posible, el muestreo evitará la época pico de reproducción de macroinvertebrados ya que la taxonomía es difícil. Esto generalmente sucede al inicio de la estación seca. El muestreo de peces durante la

época de madurez de reproducción permite la evaluación de la salud reproductiva. Con estas consideraciones, el mes de abril ha sido seleccionado como el mejor marco de tiempo para hacer evaluaciones en el Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Figura 7.2.1: Ubicaciones EEM de abril del 2012



Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos es una buena métrica de muestreo ya que son relativamente inmóviles y son buenos integradores de las condiciones biológicas en los ríos. En cada sitio de muestreo se harán muestreos de macroinvertebrados en cinco estaciones para cumplir con los requisitos estadísticos. El muestreo se debe llevar a cabo en habitas rocosos pocos profundos (de ríos o quebradas) con aguas agitadas. En cada una de las cinco estaciones, se recolectarán dos submuestras de campo usando un muestreador Hess con 500 um de malla. Las cinco estaciones deben estar separadas por una distancia de 6 veces del acho de la corriente. Si es posible, las estaciones también deben estar separadas por un área de corriente/estanque. Las muestras son recolectadas agitando el substrato a una profundidad de 10 cm por cinco minutos.

Los cambios en la estructura de la comunidad bentónica pueden indicar cambios debido al aumento de la sedimentación o cambios en la química del agua o regímenes de flujo.

7.2.5 Criterios Físicos y Químicos

A pesar de que el planteamiento del EEM está basado en criterios biológicos, se llevarán a cabo monitoreos de la condiciones físicas y químicas para apoyar la comprensión de los datos biológicos. Se recolectaran tanto los datos de agua como de la química de los sedimentos ya que dan información sobre el hábitat acuático. Además, también se harán análisis del tejido de los peces y de camarones (*Macrobrachium spp)* buscando metales para evaluar la movilización de metales en el sistema.

Química del agua y de sedimentos

Los parámetros químicos del agua para el programa EEM incluye parámetros de campo (pH, conductividad específica, oxígeno disuelto, turbiedad y temperatura) y análisis de laboratorio

de: TSS, DOC, dureza, alcalinidad, amoniaco, nitrato, nitrógeno Kjeldahl, total de fósforo y total de metales disueltos. A pesar de que los metales disueltos son el mejor indicador del potencial de ecotoxicidad, se recomiendan tanto los metales disueltos como los totales ya que los criterios de efluentes de Panamá están basados en los metales totales. A pesar de que la lista de metales analizados en el programa inicial EEM en el 2012 fue más extensa, la lista de metales para futuros muestreos de agua será la siguiente: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, y Zn. Los sitios de muestreo son las mismas de las estaciones biológicas mostradas en la Figura 7.2.1.

Las muestras de sedimentos también serán recolectadas en los sitios que se muestran en la Figura 7.2.1. Se debe crear una muestra compuesta de sedimentos a partir de un mínimo de tres submuestras al azar que se recogen de áreas aisladas donde se han acumulado sedimentos. Es probable que los sedimentos recolectados sean representativos de la deposición reciente ya que se espera que la mayoría de los sedimentos sean dispersados por los flujos más fuertes de las corrientes durante la estación lluviosa. Las muestras de los sedimentos serán analizados en busca de carbono orgánico total (TOC, *por sus siglas en inglés*) y metales. A pesar de que la lista de metales analizados en el programa inicial EEM en el 2012 era más extensa, la lista de metales para futuras muestras de sedimentos es la siguiente: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, y Zn.

Mediciones del Hábitat

Las mediciones del arraigo de la corriente se llevarán a cabo para brindar una evaluación de la erosión y de la condición relativa del hábitat. El arraigo se refiere al grado en que los elementos más grandes del substrato en una corriente o río (piedras, adoquín, grava) están cubiertos por sedimentos más finos. Las secciones de los ríos que tienen un bajo contenido de sedimentos y/o las corrientes de gran velocidad generalmente tienen poco arraigo, mientras que las secciones que tienen un alto contenido de sedimentos y/o velocidades más bajas generalmente tienen un arraigo más alto. Los substratos con alto arraigo brindan una baja calidad del hábitat para los macroinvertebrados y peces por la poca disponibilidad de espacios

intersticiales. Debido a la gran cantidad de vegetación y roca que serán removidos durante la construcción de la mina, existe la posibilidad de un aumento en la carga de sedimentos en las corrientes que lo reciben. El aumento en la carga de sedimentos ejercerá el mayor impacto en el hábitat de adoquín/grava (guijarro/cascajo) donde se llenan los espacios intersticiales. Las áreas con fondo lodoso o arenoso tienen un menor riesgo de ser impactadas por el aumento en la carga de sedimentos.

Los valores de referencia de arraigo fueron establecidos en el 2012 en tres de las cinco estaciones de macroinvertebrados bentónicos en los sitios de muestreo cercano y áreas de referencia. Para evitar la subjetividad de las evaluaciones visuales de arraigo se estableció una medición cuantitativa en el 2012. Este método se lleva a cabo de la siguiente manera:

Se inserta un tubo central de 18 cm de diámetro a 10 cm dentro del substrato, que es la misma profundidad a la que se hace el muestreo de macroinvertebrados bentónicos. El fondo del núcleo está sellado y se elimina del río el substrato. A continuación, el substrato se lava a través de una serie de tamices que separan el substrato en adoquín/grava (>4mm) arena muy gruesa (1.0to4mm) arena gruesa (500µm a 1mm) arena mediana (250µm a 500µm) y arena fina (<250µm). El peso de la categoría de cada tamaño es determinado usando una pesa de campo portátil. También se deben tomar fotografías del grado de arraigo en cada una de las áreas seleccionadas además de las coordenadas GPS.

Las fracciones de arena son las categorías principales de interés para evaluar cambios debido a la erosión. Si los estudios futuros muestran que se ha dado un aumento en las fracciones de arena en los mismos lugares esto demostrará que el arraigo ha aumentado. Los cambios en las cantidades de material de grano fino también pueden ser utilizados como una medición de apoyo en la interpretación de cualquier cambio en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos.

Análisis de Metales en el Tejido

Con el fin de evaluar si las operaciones están desplazando metales, se debe colectar y hacer análisis del tejido de peces y macroinvertebrados. Para hacer comparaciones, es mejor recolectar las mismas especies siempre. Para el muestreo de EEM del 2012 fue la especie sentinela (*Sicydiumaltum*) y la guabinas (*Gobiomorus dormitor*). Cada análisis del tejido de peces debe ser una muestra compuesta de tres peces individuales. El análisis debe ser de un pez entero, pero se debe eliminar el tejido del canal digestivo (estómago y sistema digestivo) para que los sedimentos consumidos no sesguen los resultados. Para las muestras de los invertebrados se deben utilizar las concentraciones de metales en camarones (por ejemplo, *Macrobrachium spp.*). Al igual que con los peces, se debe recolectar una muestra compuesta de tres individuos para el análisis.

Para el monitoreo del 2012, los metales analizados fueron: Al, As, Ba, Be, Bi, Cd, Ca, Cr, Co, Cu, Fe, Pb, Mg, Mn, Hg, Mo, Ni, K, Se, Na, Sr, Tl, V, y Zn. Para futuros eventos de muestreo, la lista puede reducirse a solamente los siguientes: Al, As, Ba, Be, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Pb, Mn, Hg, Mo, Ni, Se, V, y Zn. Los sitios de muestreo serán los mismos que las de referencia del EEM del 2012, que son:

- Río Hoja-Referencia
- Río Rinconcito-Referencia
- Río Caimito- Cerca del Campo
- Río Botija- Cerca del Campo
- Río Petaquilla- Cerca del Campo
- Río Botija- Cerca del Campo

El siguiente muestreo se llevará a cabo en el 2015 y a partir de allí, anualmente durante el resto de la construcción y posiblemente operaciones. En ese momento, se debe llevar a cabo una revisión y con base en los resultados, se desarrollará un nuevo calendario, el cual podría ser un

programa que sólo se deba repetir cada 3 a 6 años.

7.2.6 Manejo de Datos y Control de Calidad (QA/QC)

Se espera que al inicio, el trabajo de EEM lo lleve a cabo un consultor externo apoyado por el personal de MPSA. Se espera que el consultor obtenga los datos, complete el control de calidad de los datos y los introduzca en una base de datos. La base de datos será transferida a MPSA y se mantendrá junto con los otros datos ambientales.

7.2.7 Informes

Los informes serán anuales, ya que el monitoreo se realiza una vez al año. Además de brindar los resultados del año en curso, el informe también deberá incluir un análisis de las tendencias.

7.3 Monitoreo Marino

Como se expuso en la Sección 1, el proyecto incluye instalaciones portuarias las cuales permitirán la carga del concentrado y la descarga del carbón, que está asociado con el funcionamiento de la termoeléctrica. Estas actividades tienen el potencial de impactar los aspectos biológicos, químicos y físicos del medio ambiente marino, por lo tanto, se necesita de un programa de monitoreo para evaluar la efectividad de las medidas de control y mitigación.

7.3.1 Calidad del agua

El monitoreo marino depende de la evaluación de las condiciones químicas, físicas y biológicas incluyendo la calidad del agua del mar. Los requisitos específicos del monitoreo por cumplimiento para las aguas del mar se exponen en la Sección 4.1.8 de este plan. Con forme se establece el programa de monitoreo de los efectos ambientales marinos (EEM) (véase la Sección 7.3.5.1) probablemente serán establecidos sitios adicionales de muestreo de agua del mar como parte de EEM.

7.3.2 Calidad de los sedimentos

La calidad de los sedimentos marinos será incluida como parte del programa de monitoreo de los efectos ambientales marinos (EEM) que se expone en la Sección 7.3.5.1. Además, existen requisitos específicos en el EsIA asociados con el monitoreo de sedimentos.

7.3.2.1 Objetivos

Los objetivos para el monitoreo de sedimentos marinos incluyen:

- cumplir con los compromisos del EsIA para el monitoreo de la calidad de los sedimentos.
- asegurar que los procedimientos de manejo son efectivos para limitar los cambios en los sedimentos producto de la sedimentación y otros impactos (por ejemplo, derrames de carbón y concentrado).

7.3.2.2 Sitios de Muestreo

Como se expuso en la Sección 7.3.5.1, el programa EEM establecido para el ambiente marino incluye un muestreo de sedimentos en conjunto con el monitoreo biológico. Además, existe un compromiso en el EsIA para monitorear las condiciones de los sedimentos en la desembocadura de los ríos que puede ser afectados por la mina.

7.3.2.3 Parámetros Medidos y Frecuencia

Los sedimentos marinos en el área pueden ser impactados por: aumento en la sedimentación y un posible aumento de metales solubles a partir de las operaciones de la mina y por posibles derrames de carbón, hidrocarburos o concentrado en el puerto. Con el fin de supervisar estos impactos potenciales, la lista de análisis sugerido es:

Metales totales: mínimo Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, Zn
Total de carbón y total de carbón orgánico
Aceite y grasa y/o total de hidrocarburos
Distribución del tamaño de las partículas

El muestreo de sedimentos se llevará a cabo anualmente en la desembocadura de los ríos y en conjunto con el programa EEM (véase la Sección 7.3.5.1), el cual será llevado a cabo anualmente durante la construcción y operaciones. Los cambios en la distribución del tamaño de las partículas es un indicador potencial del aumento en las cargas, mientras que en los otros parámetros esto podría indicar que se necesitan mejoras en el manejo del carbón, combustible y/o concentrado.

7.3.2.4 Equipo Requerido

Se puede utilizar un muestreador de agarre ('grab sampler' en Ingles) para recolectar sedimentos. Se enfocará en recolectar los primero 5 cm de sedimento de manera que los cambios debidos a las operaciones de la mina y el puerto puedan ser observados. Se puede utilizar diferentes tipos de muestreadores de sedimentos incluyendo: Van Veen, Ekman, o Smith McIntrye. Los sedimentos recogidos serán colocados en una botella limpia de polietileno o una bolsa limpia

Ziploc etiquetada para ser enviada al laboratorio. Cada sitio de muestreo necesitará muestras separadas (pueden ser tomadas de una sola toma) para análisis químicos (metales, carbono orgánico e hidrocarburos) y para distribución del tamaño de las partículas.

El equipo de muestreo debe ser de acero inoxidable o con revestimiento de teflón, y debe pasar un proceso de purificación antes de cambiar de sitio de muestreo. La purificación se debe hacer lavando el equipo con detergente libre de fosfato, seguido por varios enjuagues con agua libre de analito, o sumergiendo repetidas veces el equipo en el agua del océano antes de recoger la siguiente muestra.

7.3.2.5 Manejo de Datos, Control de calidad (QA/QC) e Informes

Los datos sin procesar y el análisis de resultados de los muestreos EEM serán brindados en los informes de EEM. Los resultados de los muestreos adicionales de sedimentos deben estar incluidos como parte del informe anual de monitoreo ambiental. El QA/QC de sedimentos debe incluir la recolección de una fracción de campo (un muestra a parte de una sola toma de muestra

para el análisis químico) y una réplica de campo (un muestra a parte del mismo lugar tomada esencialmente al mismo tiempo). Se debe recolectar una muestra de fracción de campo y una réplica del campo durante cada evento de muestreo.

7.3.3 Monitoreo de Ruido e Iluminación

7.3.3.1 Objetivos

- cumplir con los compromisos EsIA para el monitoreo de los impactos del ruido y la iluminación artificial bajo agua sobre los mamíferos y tortugas marinas, respectivamente
- supervisar la efectividad de las medidas de mitigación y operaciones.
- vincular estos esfuerzos a un programa a escala del paisaje para la compensación.

El ruido subacuático generado por las actividades de tráfico de embarcaciones, construcción, sonar y voladuras pueden afectar el comportamiento, fisiología y supervivencia de los mamíferos marinos, incluyendo las especies identificadas en el área del proyecto: el delfín nariz de botella, *Tursiops truncatus*, y el delfín manchado, *Stenella atenuata*. Por lo tanto, el ruido creado por la construcción y el funcionamiento del puerto necesita ser supervisado en relación con los umbrales de sensibilidad en la audición de estas especies.

Además de la contaminación por ruido, la contaminación antropogénica por luz también puede afectar la biodiversidad del área. El plan, en desarrollo, de Conservación de Tortugas Marinas implementará un enfoque para la medición de la intensidad y cantidad de iluminación emitida en el sitio del proyecto que alcanza las playas cercanas donde anidan las tortugas al igual que los impactos de esas luces sobre la anidación de las tortugas marinas y la habilidad de sus crías para encontrar el mar.

Sensibilidad al ruido subacuático de los mamíferos marinos

Los impactos del ruido subacuático en los mamíferos marinos están relacionados con la frecuencia, intensidad y duración de la fuente de sonido, los rangos de sensibilidad auditiva según la especie y la proximidad del animal a la fuente de sonido.

Tanto los defines nariz de botella como los manchados están considerados como cetáceos de mediana frecuencia con rangos auditivos entre 150 Hz y 160 kHz, pero con una máxima sensibilidad entre 10 y 100 kHz. Con base en una revisión exhaustiva de los estudios de la sensibilidad auditiva de los mamíferos marinos, Southall et al. (2007) desarrollaron criterios de lesiones para los mamíferos marinos en todos los grupos de audición. Para los cetáceos de mediana frecuencia, los niveles de exposición de sonido para los criterios de lesiones (por ejemplo, niveles de ruido que podrían causar cambios temporales en el umbral de audición) son los siguientes:

- pulsos individuales y múltiples: 198 dB re 1μPa^2-s
- sonidos continuos: 215 dB re 1μPa^2-s

En la EsIA (Golder 2010) para el proyecto de MPSA, se consideraron muchas fuentes de sonido asociados con la construcción y las operaciones del puerto para determinar los impactos potenciales del ruido en la comunidades locales costeras, incluyendo el ruido de las embarcaciones y la instalación de pilotes (por ejemplo, la construcción de barcazas, así como el tráfico entrante y saliente de embarcaciones), al igual que muchas otras fuentes. La conversión de los niveles de sonido en el aire para el agua, establecidos en EsIA (Golder 2010; Anexo XV en el EsIA), requiere de una corrección de una diferencia de 63 dB para el sonido en el agua. Por ejemplo, EsIA estima que el nivel de sonido asociado con la instalación de pilotes es aproximadamente de 127 dB, que se convertiría en 190 dB en el agua, similar a los niveles que podrían causar trastornos de comportamiento y cambios temporales en los umbrales de audición en los cetáceos de frecuencia mediana. La Tabla 1 muestra los niveles de sonido en el aire *versus* los niveles en el agua de las emisiones de ruido asociadas con la construcción y operaciones del puerto que son relevantes para los mamíferos marinos del área.

Tabla 7.3.3.1: Fuentes de emisión de ruido asociadas con la construcción y operaciones del puerto

Las fuentes de emisión de ruido asociadas con la construcción y operaciones del puerto y sus niveles estimados de sonido en el aire (Golder 2011) convertidos a sus niveles equivalentes en el agua. Los niveles seguros para la audición de los mamíferos marinos generalmente son por debajo de 180 dB, y los umbrales de lesiones para los cetáceos de frecuencia mediana (por ejemplo, las especies de mamíferos marinos en el área del proyecto) son de 198 dB por pulso de ruido y de 215 para el ruido continuo.

Fuente	Tipo	dB en el aire	dB en el agua
Barcazas	continuo	136	199
Instalación de pilotes	pulso	127	190
Embarcación	continuo	117	180
Ingesta de agua de mar de la planta de energía	continuo	121	184

La confirmación de los niveles de ruido en el agua se debe llevar a cabo para comprobar estas conversiones. A pesar de que las actividades específicas de construcción y operación del puerto y su intensidad y duración específicas todavía no se han determinado, es posible que hayan muchas fuentes de ruido que pueden exceder los umbrales de sensibilidad de audición de los cetáceos de frecuencia mediana, afectando su comportamiento, fisiología y salud. Por lo tanto, es necesario supervisar las fuentes de emisión de sonido y la presencia/comportamiento de los mamíferos marinos simultáneamente durante las actividades de construcción y operación, y mitigar la exposición de los mamíferos marinos a los niveles peligrosos de sonido subacuático (véase la Sección 7.3.5.2).

7.3.3.2 Sitios de Monitoreo

El área de Punta Rincón, específicamente alrededor del sitio del puerto y de la planta de energía. Se necesita determinar las ubicaciones finales con base al diseño final de las instalaciones y al número de embarcaciones y tipos de tráfico de embarcaciones planeado. Las ubicaciones específicas estarán incluidas en un mapa y una tabla con coordenadas. Los sitios podrán ser administrados adaptativamente basado en una mejor comprensión de la distribución de los mamíferos marinos (y tortugas) y de los impactos acústicos.

7.3.3.3 Métodos de Monitoreo y Mitigación, Parámetros y Frecuencia

Monitoreo de ruido

Las mediciones preliminares de ruido deben abarcar el conjunto de fuentes emisoras de ruido asociadas con la construcción (por ejemplo, explosiones, instalación de pilotes) y operaciones del puerto (por ejemplo, el tráfico de embarcaciones, captura de agua para la planta de energía). Ya que la propagación del sonido subacuático depende del tipo, profundidad y forma del substrato, se debe hacer una caracterización del ambiente físico en el que el sonido será emitido. El modelo de ruido resultante no solo debe ilustrar los niveles de ruido de estas fuentes sino también la distancia sobre la cual estos niveles se propagan. Estos resultados ayudarán a crear el diseño del monitoreo acústico *in situ* del ruido generado durante la construcción y operaciones.

Se debe llevar a cabo el monitoreo acústico con hidrófonos calibrados en la totalidad del rango de frecuencias de 150 Hz a 160 kHz (rango de audición de los cetáceos de frecuencia mediana) durante las actividades de construcción y marítimas del puerto para controlar la intensidad del sonido en un área de 1000 m (por ejemplo, la zona de exclusión para mamíferos marinos; véase a continuación) alrededor del área de operaciones del puerto. Los receptores acústicos deben estar ubicados en el límite de la zona de exclusión (por ejemplo, a 1000 m de las operaciones) y dentro del área de operaciones, siempre que sea posible, para monitorear el ruido más cerca a sus fuente, tal vez a centímetros de la(s) fuente(s), al igual que a una distancia intermedia – por ejemplo, a metros de la(s) fuente(s).

El monitoreo acústico *in situ* debe llevarse a cabo en conjunto con observadores que supervisen la presencia y comportamiento de los mamíferos marinos (y tortugas) (véase la Sección 7.3.5 para los detalles de la metodología de observación) para permitir el manejo adaptativo de los impactos a los mamíferos marinos y tortugas. El monitoreo concurrente del ambiente acústico al igual que de la presencia y comportamiento de los mamíferos y tortugas en el área del puerto, como se describe en la Sección 7.3.5, brindará información para refinar el ámbito geográfico y frecuencia de observación en los protocolos de monitoreo.

Construcción y operaciones

Los métodos para mitigar los impactos del ruido subacuático antropogénico a los mamíferos marinos se describen en la Sección 7.3.5. Si se observan mamíferos marinos dentro del área de exclusión, durante las actividades del puerto que emiten ruido que excede los umbrales recomendados para los cetáceos de frecuencia mediana (descritos anteriormente), se deben suspender las actividades hasta que los animales salgan del área de exclusión.

A los equipos que generen ruido (por ejemplo, los motores de embarcaciones, equipos para instalar pilotes) se les dará mantenimiento y serán inspeccionados con regularidad para reducir los niveles innecesarios de ruido provenientes del equipo, y se implementarán controles acústicos existentes, según sea necesario, para reducir el ruido desde su fuente. Cuando sea oportuno, se evitará dejar motores y otros equipos generadores de ruido encendidos o en modo de espera. La velocidad de las embarcaciones entrando o saliendo del puerto no debe exceder los 6 nudos a 1 km del puerto, y las embarcaciones implementarán todos los estándares de la industria para reducir el ruido.

Manejo de datos, Control de Calidad e Informes

Un consultor externo con experiencia en monitoreo acústico subacuática iniciará este trabajo y capacitará al personal de MPSA para que puedan supervisar su implementación a largo plazo y ser responsables del mantenimiento de las bases de datos e informes.

- El personal de MPSA será el responsable de mantener el sistema de monitoreo acústico y monitorear los niveles de ruido asociados con las operaciones portuarias.
- El personal de MPSA documentará los niveles de ruido durante las actividades portuarias (y durante los periodos inactivos), particularmente la frecuencia de la actividades que exceden los umbrales recomendados para cetáceos de frecuencia mediana. Estos informes también describirán cualquier incidente que involucre a mamíferos marinos o

tortugas marinas con las operaciones portuarias y de las operaciones en sí (por ejemplo, cuando las operaciones inician y terminan, qué trabajo se llevó a cabo, el número, hora y duración de la suspensión de operaciones debido a avistamientos de mamíferos marinos o tortugas).

- Semestralmente, MPSA preparará informes de los niveles de ruido en el área del puerto registrados por los receptores de monitoreo acústico, especialmente aquellos niveles relacionados con la construcción y operaciones del puerto, al igual que cualquier incidente que involucre a mamíferos marinos (o tortugas) y hará recomendaciones en cuanto sean necesarias más medidas de mitigación.

Anualmente, MPSA preparará un informe resumido del ruido emitido por las fuentes relacionadas con la construcción y operaciones del puerto, que acompañará al resumen del informe de avistamientos e incidentes de mamíferos marinos (y tortugas), como se describe a continuación en la sección 7.3.5. Estos informes brindarán una evaluación general de la efectividad de las medidas de mitigación de la construcción/operación del puerto y hará recomendaciones para mejoras de ser necesario.

7.3.4 Monitoreo del Hábitat del Fondo duro

El EsIA del Proyecto identificó que la construcción de las instalaciones portuarias dará como resultado el impacto a aproximadamente 0.5 hectáreas de hábitat de fondo duro. Este hábitat no es un arrecife de coral sino rocas que han sido colonizadas por los corales, esponjas, tunicados y otros taxones. Como parte del manejo general de la biodiversidad del sitio, MPSA ha establecido un plan para contrarrestar los impactos a este hábitat. Todavía está pendiente determinar el tipo, tamaño y ubicación óptimos para estos impactos y esto está fuera de los alcances de este plan de monitoreo.

7.3.4.1 Objetivos

Los principales objetivos para el monitoreo del substrato de fondo duro son:

- Cumplir con los compromisos EsIA para el monitoreo de este tipo de hábitat.
- Evaluar si los mecanismos de control establecidos (por ejemplo, el control de sedimentos y operaciones portuarias) son efectivos para la protección del hábitat cercano a las operaciones.
- Apoyar los requisitos en EsIA para actualizar los inventarios de referencia cada cinco años.

7.3.4.2 Sitios de Monitoreo

La Figura 7.3.4.2.1 muestra las ubicaciones del substrato cercano a las instalaciones del puerto que fueron identificados en la línea base del EsIA. Como se muestra, existen muchos substratos localizados cerca de las instalaciones del muelle previstas a una profundidad de entre 5 y 10 m. Estos substratos son rocas que sustentan fauna de arrecifes pero no son a base de arrecife coralino. Otros substratos de fondo duro están ubicados aproximadamente a 600 – 1000 m de distancia de las instalaciones portuarias y a profundidades entre 20 y 30 m (hábitat profundo). Existen hábitats profundos mucho más extensos ubicados al este y oeste del puerto.

En general, el hábitat disponible, especialmente el tipo a menor profundidad, es muy limitado en el área. También se debe reconocer que las compensaciones previstas están dirigidas a mitigar todo el hábitat poco profundo (es decir, se asume una pérdida del 100%), que probablemente no sea el caso ya que muchos de los substratos que se muestran en la Figura 7.3.4.2.1 no se verán afectados directamente por la construcción de las instalaciones del puerto. Por lo tanto, el monitoreo necesario es bastante limitado e involucra:

1) el establecimiento de puntos para monitoreo fotografico en algunas ubicaciones seleccionadas tanto en substratos de poca profundidad como los de fondo duro en lo más profundo.

2) supervisar el uso de rocas colocadas en el ambiente (por ejemplo, el rompeolas y el apoyo de roca/concreto) como parte del desarrollo de las instalaciones portuarias.

Los sitios de monitoreo de los substratos de aguas poco profundas son R12, R15, y R18 (Figura 7.3.4.2.1) y para aguas profundas son R3 y R33.

7.3.4.3 Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Se establecerán sitios permanentes en cada punto de monitoreo. En estos sitios, se tomarán ya sean videos o fotografías subacuáticas. Se propone que esto ocurra al mismo tiempo que el programa EEM para aguas marinas, que se describe en la Sección 7.3.5.1. Los videos y fotografías serán utilizados para evaluar las tendencias al paso del tiempo en esas ubicaciones.

Las métricas que se analizarán incluyen:

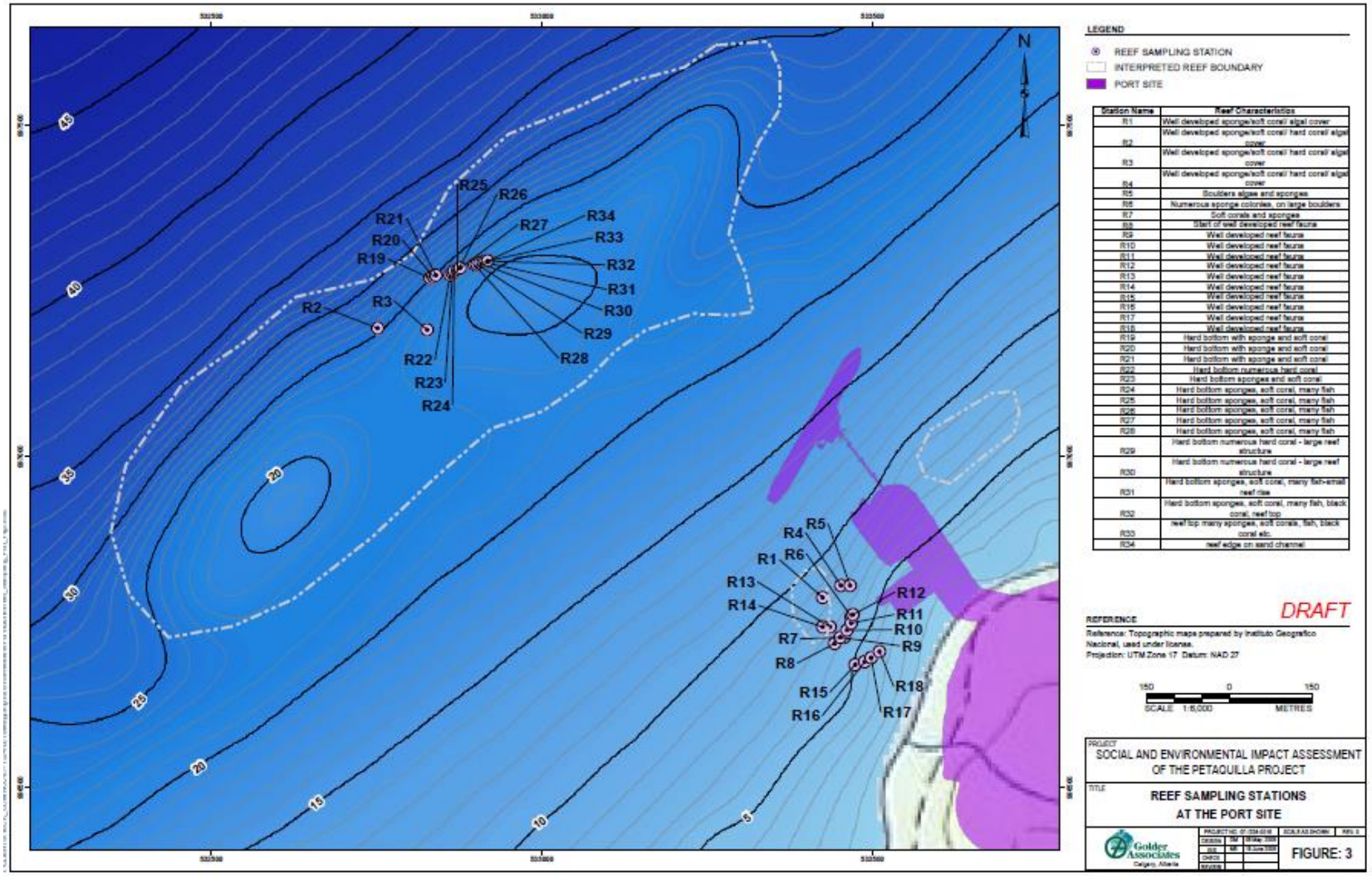
- porcentaje de cobertura de los organismos del arrecife, incluyendo la cobertura del coral y la densidad de las colonias coralinas.
- tipos y diversidad de los organismos del arrecife en el substrato.
- porcentaje de la cobertura por algas.
- uso observado del substrato por parte de los peces y otros organismos móviles.

Existen protocolos para usar software para cuantificar video (por ejemplo, Rogers et al. 2003) o se puede usar un planteamiento semi-cuantitativo para evaluar las tendencias al paso del tiempo en los sitios de monitoreo.

7.3.4.4 Manejo de Datos, Control de Calidad e Informes

Anualmente se presentará un informe con los resultados del monitoreo de fondo duro. En los informes se deben los análisis de cambios/tendencias al paso del tiempo en las diferentes ubicaciones. Los datos se mantendrán en la base de datos de MPSA.

Figura 7.3.4.2.1: Hábitat de fondo duro cercano al puerto



Station Name	Reef Characteristics
R1	Well developed sponge/soft coral/ algal cover
R2	Well developed sponge/soft coral/ hard coral/ algal cover
R3	Well developed sponge/soft coral/ hard coral/ algal cover
R4	Well developed sponge/soft coral/ hard coral/ algal cover
R5	Boulders algae and sponges
R6	Numerous sponge colonies, on large boulders
R7	Soft corals and sponges
R8	Start of well developed reef fauna
R9	Well developed reef fauna
R10	Well developed reef fauna
R11	Well developed reef fauna
R12	Well developed reef fauna
R13	Well developed reef fauna
R14	Well developed reef fauna
R15	Well developed reef fauna
R16	Well developed reef fauna
R17	Well developed reef fauna
R18	Well developed reef fauna
R19	Hard bottom with sponge and soft coral
R20	Hard bottom with sponge and soft coral
R21	Hard bottom with sponge and soft coral
R22	Hard bottom numerous hard coral
R23	Hard bottom sponges and soft coral
R24	Hard bottom sponges, soft coral, many fish
R25	Hard bottom sponges, soft coral, many fish
R26	Hard bottom sponges, soft coral, many fish
R27	Hard bottom sponges, soft coral, many fish
R28	Hard bottom sponges, soft coral, many fish
R29	Hard bottom numerous hard coral - large reef structure
R30	Hard bottom numerous hard coral - large reef structure
R31	Hard bottom sponges, soft coral, many fish-small reef rise
R32	Hard bottom sponges, soft coral, many fish, black coral, reef top
R33	reef top many sponges, soft corals, fish, black coral etc.
R34	reef edge on sand channel

7.3.5 Biología marina

El monitoreo de biología marina se enfocará en dos aspectos principales: 1) el establecimiento de un programa de Monitoreo de Efectos Ambientales (EEM, *por sus siglas en inglés*), y 2) el monitoreo operacional de tortugas y mamíferos marinos en las instalaciones portuarias.

7.3.5.1 Monitoreo del Impacto sobre la Flora y Fauna

El monitoreo de la flora y fauna marina, en este plan, se enfoca en el área inmediata al proyecto. Un planteamiento efectivo para lograr muchos de estos objetivos específicos durante la construcción y operaciones del puerto es a través del uso de un programa de Monitoreo de Efectos Ambientales (EEM, *por sus siglas en inglés*). Este es un planteamiento bien documentado y generalmente aceptado para el monitoreo del impacto biológico y ya ha sido implementado para el ecosistema de agua dulce en el Proyecto.

El programa EEM es un planteamiento de monitoreo sobre una base biológica desarrollado en Canadá que generalmente depende en un diseño experimental BACI y se lleva a cabo de manera que permite el análisis estadístico de los cambios con el paso del tiempo. El diseño incluye los sitios de referencia, al igual que ubicaciones de campo-cercano (cerca de ubicaciones expuestas) y de campo-lejano. Para el Proyecto Mina de Cobre Panamá, el programa probablemente incluirá:

- monitoreo de la química del agua
- monitoreo de la calidad y estructura de los sedimentos (por ejemplo, arraigo, fracciones del tamaño)
- evaluación de la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos
- evaluación de la estructura de los peces, al igual que la presencia y densidad estimada del pez león
- monitoreo de las concentraciones de metales en el tejido de los peces

Objetivos

Los objetivos del monitoreo marino incluyen:

- cumplir con los compromisos EsIA para el monitoreo de los impactos sobre el componente biológico durante la construcción y operaciones del puerto
- evaluación de la efectividad de los controles ambientales durante la construcción (por ejemplo, controles de sedimentos y durante las voladuras) a través del monitoreo de las condiciones químicas, biológicas y físicas
- modelar y monitorear el ruido en el ambiente marino para la protección de mamíferos marinos y tortugas (véase la Sección 7.3.5.2)
- monitorear las condiciones estaurinas para evaluar los impactos de la construcción de la mina (por ejemplo, calidad sedimentos y características físicas; véase las Secciones 7.3.1 y 7.3.2)
- monitoreo del hábitat crítico, especialmente el substrato del hábitat de fondo duro dentro y alrededor de la huella del proyecto (véase la Sección 7.3.4)
- evaluación de la efectividad de los controles ambientales durante las operaciones, específicamente alrededor de la desembocadura de las aguas de refrigeración de la planta de energía y alrededor de las instalaciones portuarias, a través del monitoreo de las condiciones químicas, biológicas y físicas
- monitoreo y acciones correctivas para evitar mortalidad de la fauna (Sección 7.3.5.2)
- apoyar la actualización de los inventarios biológicos dentro del área del proyecto especificados por los compromisos del EsIA.

Sitios de Muestreo

Los sitios de muestreo deberán ser identificados durante la caracterización inicial de referencia que se llevará a cabo en el 2015. El diseño incluirá las ubicaciones de referencia, al igual que las ubicaciones de campo-cercano (ubicaciones cercanas a la exposición) y de campo-lejano. El término “área de campo-cercano” se refiere a las ubicaciones de muestreo que se encuentran lo más cerca posible a las operaciones pero fuera de cualquier zona inicial mixta. La zona inicial

mixta es el área donde las descargas provenientes del sitio (por ejemplo, las descargas de agua de refrigeración de la planta de energía) se mezclan por completo con el ambiente marino receptor. Las áreas de campo-lejano se deben ubicar en lugares que se crean que definen el espacio de cualquier efecto potencial observado en el campo-cercano. Las áreas de referencia deben estar cerca del área, pero fuera de cualquier cambio potencial debido a las operaciones.

Parámetros medidos y Frecuencia

El programa EEM hará una evaluación sobre una base biológica del estado de las comunidades marinas en el área de interés. Se enfoca principalmente en las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y peces, en conjunto con la medida de apoyo para las condiciones químicas y físicas que se necesitan para apoyar la interpretación de los datos biológicos. Se necesita establecer el conjunto completo de parámetros que serán medidos como parte de la caracterización inicial de referencia que se llevarán a cabo en el 2015, a pesar de que se espera que incluya la caracterización de las comunidades de peces y macroinvertebrados marinos, al igual de la caracterización del agua, sedimentos y tejidos. También se espera que el programa incluya algunos aspectos del monitoreo del substrato del fondo duro (Sección 7.3.4), y la evaluación relativa de la densidad estimada del pez león.

En términos de frecuencia, se necesita llevar a cabo un programa inicial en el 2015 y luego debe repetirse anualmente durante la construcción y operaciones. En ese momento, se puede evaluar el programa para determinar la frecuencia necesaria para supervisar efectivamente las condiciones.

Manejo de Datos, Control de Calidad e Informes

Los datos se incluirán en una base de datos. La base de datos será mantenida en conjunto con otros datos ambientales. Anualmente, se preparará un informe detallando los resultados del programa EEM. Además de los resultados del año en curso, el informe debe tener el análisis de tendencias.

7.3.5.2 Tortugas y Mamíferos Marinos del Área de influencia directa

Objetivos

- cumplir con los compromisos del EsIA para asegurar la protección de las tortugas y mamíferos marinos durante la construcción
- monitorear la efectividad de las medidas de mitigación y operacionales
- vincular estos esfuerzos a un programa a escala del paisaje para contrarrestar/compensar

Antecedentes

Se han identificado un gran número de mamíferos y reptiles en el área del proyecto, incluyendo cuatro especies de tortugas marinas (carey, *Eretmochelys imbricata*; laúd, *Dermochelys coriacea*; tortuga verde, *Chelonia mydas*; tortuga boba, *Caretta caretta*) y dos especies de mamíferos marinos (defín nariz de botella, *Tursiops truncatus*; delfín manchado, *Stenella atenuata*). A la fecha, no se ha observado el manatí antillano (*Trichechusmanatus manatus*) y no se considera que esté en el área (ARAP (2014)). Es necesario el monitoreo de la presencia de estas especies en el sitio del puerto para reducir o eliminar los impactos negativos de las actividades de construcción y operaciones portuarias, incluyendo el ruido subacuático (efectos de comportamiento y/o fisiológicos) y choque con embarcaciones.

Se monitoreará la presencia de mamíferos y tortugas marinas dentro y cerca del sitio de puerto por observación visual. Cuando haya avistamientos de animales dentro del área afectada durante las actividades de construcción/operaciones, se seguirán procedimientos para evitar los impactos negativos a estas especies.

Sitios de Monitoreo

El área de Punta Rincón, específicamente cerca del sitio del puerto y de la toma de agua de la planta de energía. Estos sitios pueden ser administrados adaptativamente con base a una mejor comprensión de la distribución de los mamíferos marinos (y tortugas) y de los impactos acústicos.

Métodos de Monitoreo y Mitigación, Parámetros y Frecuencia

Monitoreo y mitigación durante la construcción del puerto y actividades marítimas: en el mar

El siguiente protocolo ha sido adaptado a partir de protocolos desarrollados por *US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Division of Fisheries and Oceans—Canada (DFO),* y *Joint Nature Conservation Committee (JNCC)*, asesor del gobierno del Reino Unido. El protocolo depende de observadores capacitados y dedicados para supervisar la presencia de mamíferos y tortugas marinas dentro y contiguo al área afectada. Los observadores deben estar capacitados adecuadamente sobre las operaciones y procedimientos en el puerto, construcción y operaciones, todos los protocolos de seguridad aplicables, identificación de mamíferos y tortugas marinas en la superficie del mar, técnicas básica de recolección de datos e informes, entre otros temas relevantes.

Además, se llevarán a cabo inducciones para el personal de las embarcaciones y de construcción del puerto, al igual que programas de sensibilización cubriendo los procedimientos que se debe cumplir para minimizar los impactos en los mamíferos y tortugas marinas.

1) A los observadores no se les debe asignar tareas relacionadas con otras labores portuarias durante su jornada de observación, que debe ser de 4 horas (máximo) y no debe exceder 12 horas en un periodo de 24-horas. Las operaciones solo se deben dar cuando se puedan hacer observaciones visuales, es decir, condiciones de tiempo apropiadas durante la luz del día o cuando se cuente con monitoreo acústico pasivo (PAM) (ver a continuación).

2) Los observadores deben ubicarse donde tengan una vista clara del área del puerto, incluyendo un radio mínimo de 2km dentro del mismo puerto, particularmente donde se están llevando a cabo las operaciones. Los observadores harán visualizaciones de mamíferos y tortugas a simple vista y usando binoculares, y estarán en comunicación con el personal del puerto encargados de las actividades de construcción/navegación.

3) Los observadores mantendrán control visual del área del puerto, con un enfoque particular en la zona de exclusión (es decir, el área donde se debe disuadir a las especies de interés), que será aproximadamente 1000 m para los mamíferos marinos y 250 m, para las tortugas marinas desde el centro de las operaciones o sitio de emisión del ruido. Por lo menos una vez al mes se deben hacer observaciones adicionales durante el tiempo que no hay operaciones portuarias. Las observaciones deben durar 2 horas por día de observación, incluyendo 1 hora en la mañana y 1 en la tarde. Estas observaciones son útiles para comparar las observaciones durante las actividades y para informar las horas y ubicaciones futuras de las actividades.

4) Cuando sea posible, antes de la llegada o salida de grandes embarcaciones, los observadores supervisarán la zona de exclusión y áreas adyacentes, por lo menos durante 30 minutos para confirmar la presencia o ausencia de mamíferos o tortugas, usando el sistema PAM. La velocidad de las embarcaciones no debería exceder los 6 nudos a 1 km de distancia del puerto en ningún momento.

5) Si en cualquier momento se ve o escucha un mamífero marino o tortuga (usando PAM) (antes o después de las operaciones) los observadores registrarán los datos del avistamiento, incluyendo la especie, su comportamiento, su posición relativa al centro de las operaciones, condiciones de campo y cualquier información relevante. Estos datos de avistamientos darán argumentos a la información que está siendo recopilada independientemente de las observaciones durante las operaciones portuarias, pero también pueden indicar respuestas en el comportamiento de los mamíferos y tortugas marinas hacia las operaciones portuarias.

6) Si se observa un mamífero o tortuga marina durante las operaciones activas dentro del área operativa o de la fuente de ruido, se deben detener las operaciones. Si no se vuelven a observan animales por un mínimo de 15 minutos, se pueden reanudar las operaciones, sin embargo las velocidades a 1 km del puerto se deben de mantener a menos de 6 nudos.

7) Si cualquier tortuga o mamífero se ve afectado seriamente (muerte o lesión grave) por las actividades en el puerto, MPSA, ARAP y ANAM deben ser notificados dentro de las 48 horas después del incidente y se debe completar un informe de incidentes siguiendo los protocolos de ARAP (2014) e incluirlo en la base de datos.

Si ocurren estos u otros incidentes, particularmente si el número de incidentes aumenta con el paso del tiempo, se deben identificar e implementar acciones correctivas para prevenir incidentes similares en el futuro. Una posible respuesta es revisar y ajustar las rutas de navegación si las colisiones con embarcaciones se vuelven frecuentes. Estos ajustes deben tomar en cuenta los detalles de la colisiones (por ejemplo, ubicaciones, horas del día, condiciones del tiempo) y de las mismas embarcaciones (por ejemplo, tipo de embarcación, velocidad cuando se dio la colisión, etc.)

Monitoreo y mitigación durante la construcción del puerto y actividades marítimas: en tierra

El monitoreo en tierra consiste principalmente en observaciones de actividades de anidación de tortugas marinas y encallamientos de mamíferos marinos y tortugas que llegan a tierra normalmente debido a algún impacto antropogénico. Además, del monitoreo enfocado en las playas durante la temporada de anidación, se deben llevar a cabo supervisiones periódicas (es decir, cada 2-4 semanas) durante los momentos del año fuera de esta temporada para observar cualquier incidente de anidación o encallamiento. Estas actividades de monitoreo están incluidos en el programa de Conservación de Tortugas Marinas.

Cuando un mamífero o tortuga marina encalle en la playa dentro o cerca del sitio del puerto, se deben seguir las recomendaciones de respuesta de ARAP (2014).

En casos donde se encuentre un mamífero o tortuga marina muerta, la necropsia puede brindar información valiosa sobre la causa de muerte y sobre la biología del animal, que, a su vez, puede brindar información, en combinación con la de otros individuos, sobre la población en general. Siempre que sea posible, se hará la necropsia de los animales, siguiendo el protocolo y las recomendaciones de la ARAP (2014).

Manejo de Datos, Control de Calidad e Informes

Se creará una base de datos de avistamientos e incidentes. Se prepararán informes semestrales que incluyen los datos sobre los esfuerzos de los observadores (es decir, fechas, horas del día, tiempo dedicado, condiciones de campo), avistamientos (es decir, especie, comportamiento, ubicaciones, etc.) y cualquier incidente que involucre a mamíferos o tortugas marinas con las operaciones portuarias y la operaciones en sí (es decir, cuando inician y terminan las operaciones, qué trabajo se llevó a cabo, número, hora y duración de suspensiones en las operaciones debido a avistamientos de mamíferos y tortugas marinas). Se presentarán recomendaciones en caso de que sean necesarias más medidas de mitigación.

Anualmente, el proyecto elaborará una base de datos y un informe con el resumen de los datos de los avistamientos e incidentes. El informe brindará una evaluación general de la efectividad de las medidas de mitigación de la construcción y operaciones del puerto y brindará recomendaciones de mejoras, de ser necesario.

8. Referencias

ANAM (Autoridad Nacionaldel Ambiente). 2006. Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire Ambiente. Elaborado por URS HoldingsInc.Julio2006.

ANAM. 2009. DecretoEjecutivoNo.2, fechado 14 de enero de 2009,'Setting forth the Environmental Standard on Quality of Soils for Various Uses'. Gaceta OficialNo.26230,27 de febrero,2009. República de Panamá.

ARAP. 2014. Guía para la identificación de mamíferos y reptiles marinos de Panamá. Dirección General de Investigación y Desarrollo. Documento Técnico. Panamá. Primera Edición.

CH2MHill. 2013. Technical Memorandum- Air Dispersion Modeling Assessment of Emissions from the Panama Copper Mine Project. 29 de agosto. 71 páginas.

Cronquist, A. 1981.An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press.

D'Arcy. W.G. 1987. Flora of Panama: checklist and index. Monographs in systematic botany from the Missouri Botanical Garden (USA).

EcoMetrix. 2012. Baseline Environmental Effects Monitoring Programfor the Mina de Cobre Panama Project, República de Panamá. Informe elaborado para MPSA.

EC (Environment Canada). 2012. Metal Mining Technical Guidance for Environmental Effects Monitoring.

ERM. 2013. Informe final. Elaboración e Implementación del Plan de Supervisión de Biodiversidad Terrestre del Proyecto de Cobre de Panamá. Informe *no* publicado elaborado por ERM para MPSA. Mayo.

Golder. 2010. Environmental and Social Impact Assessment (EsIA) Project Mina de Cobra Panama. Septiembre2010.

International Finance Corporation (IFC). 2007a. Environmental Health and Safety General Guidelines.

International Finance Corporation (IFC). 2007b. Environmental Health and Safety Guide lines for Mining.

International Finance Corporation (IFC). 2007c.IFC EHS Guide lines for Ports, Harbours and Terminals.

International Finance Corporation (IFC). 2007d. IFC EHS Guidelines for Waste Management Facilities.

International Finance Corporation (IFC). 2008. IFC EHS Guidelines for Thermal Power Plants.

Lellinger, D.B. 1989. The ferns and fern-allies of Costa Rica, Panama, and the Chocó.Vol. 1. American Fern Society.

Mabberley, D. J. 1987. The plant-book, xii+ 706 pp. Cambridge, England (1987): 331-333.

Ministerio de Comercio e Industrias. 1999. Reglamento Técnico- Agua, Agua Potable- Definiciones y Requisitos Generales. DGNT-COPANIT-23-395-99.

Ministerio de Comercio e Industrias.2000. Agua descarga de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas. Dirección General de Normas y Tecnología Industrial Reglamento Técnico. DGNTI - COPANIT 35 - 2000

MinisteriodeEconomíayFinanzas.2009.DecretoEjecutivoNo.5–Porelcualse dictan Normas Ambientales de Emisiones de Fuentes Fijas. República de Panamá.

Ministerio de Salud. 2004. Decreto Ejecutivo No. 293- Que dicta normas sanitarias para la obtención de los permisos de construcción y operación, así como para la vigilancia de los sistemas de incineración y conincineración.

Ministerio de Salud. 2004. Decreto Ejecutivo No. 275- Que aprueba las normas de los rellenos sanitarios, con capacidad mayor o igual a trescientas toneladas métricas por día, de residuos sólidos no peligrosos.

NOAA. 1994. Pinniped forensic, necropsy and tissue collection guide. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-94-3.

Puerto Pinero, C., R.E. Gullison, and R.S. Condit (Editors).2014. Metodologías para el Sistema de Supervisión de la Diversidad Biológica de Panamá. Estudio elaborado para ANAM. 50 pp.

Rogers C.S., Miller J., and R.Waara R. 2003.Tracking changes on a reef in the US Virgin Islands with videography and SONAR: a new approach. Proc 9th Int. Cor. Reef Symp. Bali, IndonEsIA 2: 1065-1071

Woodson & Schery.1943-1981. Los muchos volúmenes son publicados en los Anales del Missouri Botanical Garden.